

الأسس العلمية لعلاج وترميم وصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية

تأليف
عبد المحرز شاهين



الهيئة المصرية العامة للكتاب

١٩٩٠

الاخراج الفنى

مجدد البنا

اهداء

احياء لذكرى أبى
ومن وحي عطائه
أهدى هذا الكتاب
الى زوجتى وأبنائى
والى كل من يخلص السعى فى سبيل أعلاء
معانى الحق والخير والجمال
راجيا أن أكون به قد وفيت
قسطا من دين بلادى

عبد المعز شاهين

الباب الأول

الأسس العلمية
للـعلاج والترميم والصيانة

مقدمة

تقوم حالة الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية على الخواص الطبيعية والكيميائية للمواد المصنوعة منها كما تعتمد على طبيعة الظروف المحيطة بها ، لذلك فان صيانة هذه المقتنيات الثقافية والحضارية على اختلاف المواد المصنوعة منها تتوقف لا على ما يتحتم اجراؤه من أعمال العلاج والترميم فحسب بل تعتمد كذلك على تهيئة الظروف المناسبة لسلامتها والحفاظ عليها ولهذا السبب فان أية دراسة لصيانة هذه المقتنيات يجب أن تعتمد على دراسة عامة لخواصها وتأثير الظروف المحيطة بها .

ومن البديهي أن أية دراسة أو محاولة لصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية يجب أن تكون مرتكزة في المقام الأول على تحديد قاطع لعوامل التلف السبائدة أو المحتملة في مكان بعينه أو ظروف بعينها . ومن حسن الحظ أننا لا نبدأ من فراغ فقد سبقتنا أجيال أخلصت وتفان ونجحت في تحديد أسباب التلف العامة التي يمكن أن تقوم في كل زمان وفي كل مكان ولم يبق أمامنا الا أن نستزيد وأن نتعمق حتى نستطيع السير خطوة أو خطوات لعلها تمهد الطريق لأجيال لاحقة سوف يقع على عاتقها تكملة المسيرة .

وعلى أية حال فسوف نتناول بشيء من الإيجاز أهم أسباب التلف وذلك على النحو التالي :

أولا - الاهمال والتقصير :

ونعنى به الاهمال فى التخزين والعرض والتناول والتجيش والنظافة وفى مواجهة الكوارث والحوادث وكذلك الاهمال أو التقصير فى اتباع أساليب العلاج والترميم الملائمة والتراخى فى اختيار مواد العلاج والترميم المناسبة . . أى استعمال مواد العلاج والترميم دون معرفة كافية بخواصها الكيميائية والطبيعية .

ثانيا - الهواء والشوائب الغازية الموجودة فى الجو :

يتكون الهواء الجوى النقى من خليط من غاز الأكسجين وغاز النيتروجين وكمية صغيرة من غاز ثانى أكسيد الكربون . . وبالرغم من نقاته نجد أنه مسئول عن بعض التلف الذى يصيب المواد العضوية ومن بينها الورق والبردى والجلد والرق وهى المواد الرئيسية التى تتكون منها الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية ، فهو يهيم غاز الأكسجين وبخار الماء اللازمين للاحتراق والتميز والتأكسد الذاتى (Auto oxidation) .

ولما كان من غير المستطاع فى معظم الحالات تفادى اختلاط الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية بالهواء الجوى - ما لم توضع فى خزانات مملوءة بأحد الغازات الخاملة - فإنه يصبح من الضرورى احكام غلق فترينات العرض وخزانات التخزين وعدم الاكثار من فتحها دون داع لذلك حتى يمكن التقليل من فرص تلفها بفعل الهواء الجوى .

وتعتبر الشوائب الغازية الموجودة فى أجواء المدن الصناعية مثل غاز ثانى أكسيد الكبريت وغاز كبريتيد الهيدروجين وغاز النوشادر وغاز ثانى أكسيد النيتروجين وغاز الأوزون ومخلفات الاحتراق غير الكامل للوقود التى تتأثر فى الجو من مداخن المصانع من الأسباب الرئيسية لتلف الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية . . ولما كانت هذه الشوائب الغازية توجد فى أجواء المدن الصناعية بكميات كبيرة جدا فإن التلف الذى ينتج عنها لا يجب أن يستهان به ، ولذلك وحتى نستجلى الحقيقة ونستوضح الصورة فسوف نتناول دور الشوائب الغازية فى تلف مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية بشئ من التفصيل وذلك على النحو التالى :

غاز ثانى أكسيد الكبريت :

أن كمية الكبريت فى غاز ثانى أكسيد الكبريت الذى ينطلق الى الجو سنويا نتيجة لاحتراق الوقود المستخدم فى المصانع وغيرها من الآلات والعربات يزيد عن كمية الكبريت فى كل مركبات الكبريت الأخرى التى

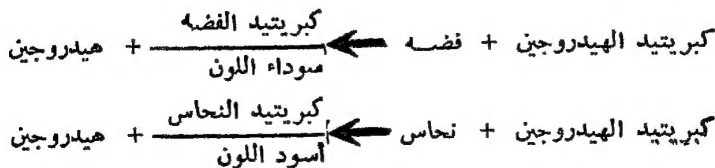
تنتجها جميع شركات الصناعات الكيميائية ٠٠ وحتى يتضح لنا مدى التلف الذى يسببه غاز ثانى أكسيد الكبريت فلعله يكون من المفيد أن ندلل على ذلك بالاحصائية التى أجريت فى بريطانيا عام ١٩٥٣ لحساب كمية حمض الكبريتيك الذى يتكون فى الجو نتيجة لوجود غاز ثانى أكسيد الكبريت به ٠٠ وهى الاحصائية التى نشرتها مجلة التيمز اللندنية فى عددها الصادر فى ٢٠ ابريل عام ١٩٥٣ ٠٠ وقد جاء فى هذه الاحصائية أن كمية حمض الكبريتيك هذه تصل الى ٩ مليون طن ٠٠ وهذه الكمية تعادل خمسة أضعاف الكمية المنتجة صناعيا من هذا الحمض فى العام ٠

ويتم التلف عادة عن طريق امتصاص غاز ثانى أكسيد الكبريت الموجود فى الجو بواسطة المواد المسامية المصنوعة منها الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية ٠٠ وهذا الغاز عند امتصاصه يتفاعل مع الماء الحر الذى يوجد عادة فى مسام هذه المواد فيتحول الى حمض الكبريتيك بمساعدة الكميات الضئيلة من المركبات المعدنية وخاصة الحديد التى توجد غالبا ملتصقة بالكتب أو المخطوطات أو الوثائق على صورة أتربة ٠ والمعروف أن الأحماض وعلى وجه الخصوص حمض الكبريتيك تسبب تبقع وضعف وتهتك الورق وتحلل الجلد والرق وقصر الألوان كما تؤدى الى صدأ المعادن وتفتت الأحجار واضعاف المنسوجات ٠

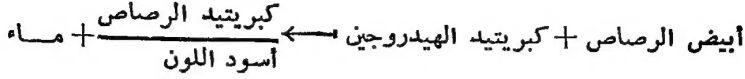
غاز كبريتيد الهيدروجين :

يتواجد غاز كبريتيد الهيدروجين فى أجواء المدن نتيجة للعمليات الكيميائية التى تجرى فى بعض المصانع ونتيجة للنشاط البيولوجى الذى يتم فى المستنقعات وفى مياه البحيرات الراكدة وفى مخلفات الصرف الصحى ٠٠ ومن ناحية أخرى نجد أن أجواء المباني الحديثة للمكتبات والمتاحف تتلوث بـغاز كبريتيد الهيدروجين الذى يتولد من مركبات الكاوتشوك المستخدمة عادة فى تغطية الأرضيات وغيرها ٠

وبالرغم من أن تأثير غاز كبريتيد الهيدروجين أقل كثيرا من تأثير غاز ثانى أكسيد الكبريت الا أننا نجد أنه يهاجم معادن الفضة والنحاس التى تستخدم فى بعض الأحيان فى زخرفة أغلفة الكتب والمخطوطات القديمة ويتسبب فى اسوداد لونها وذلك طبقا للمعادلات الكيميائية الآتية :



ومن ناحية أخرى يتسبب غاز كبريتيد الهيدروجين فى تغيير أو اسوداد بعض المركبات الكيميائية الملونة فى لوحات التمبرا المرسومة على حوامل من الورق وغيره ٠٠ مثال ذلك أبيض الرصاص (الاسبيداج) الذى استخدم بكثرة منذ أقدم الأزمنة وذلك طبقا للمعادلة :



غاز النوشادر :

ينطلق غاز النوشادر الى الهواء الجوى من الكائنات الحية نتيجة للتفاعلات البيوكيميائية التى تجرى فى أجسادها ٠٠ كما أنه ينطلق الى الجو نتيجة للعمليات الكيميائية التى تجرى فى الطبيعة ٠٠ وغاز النوشادر يضر بالمواد السليولوزية لكونه يساعد على الاسراع بعملية التحلل المائى التى تتعرض لها فى الأوساط القلوية (Alkaline Hydrolysis) وقد يكون غاز النوشادر الذى يتسرب الى المسام الموجودة فى الجلود والأوراق مقيدا فى بعض الحالات خاصة اذا ما كانت هذه المواد ذات درجة عالية من الحموضة بتأثير الغازات الحمضية حيث نجد أن غاز النوشادر يقلل من درجة الحموضة ، الا أنه فى وجود درجة عالية من الرطوبة يتسبب فى حدوث بعض التلف للأوراق والجلود المعالجة بطبقة من الراتنجات الطبيعية حيث يتفاعل غاز النوشادر مع غاز ثانى أكسيد الكبريت والماء مكونا كبريتات الأمونيوم التى تتسبب فى تفتيح أو تنوير (Bloomng) أسطح الورق أو الجلود المعالجة مما يشوه منظرها ويطمس ما قد يكون عليها من زخارف وكتابات .

غاز ثانى أكسيد النيتروجين وغاز الأوزون :

بالرغم من أن الكثيرين لا ينتبهون جيدا لخطورة غاز ثانى أكسيد النيتروجين والأوزون الا أنهما فى الواقع من أكثر غازات التلوث الجوى اتلافا لمقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية . ويتكون غاز الأوزون فى طبقات الجو العليا بتأثير الأشعة فوق البنفسجية على غاز الأكسيجين . كما أن مزيدا منه يتكون بتأثير أشعة الشمس على غاز ثانى أكسيد النيتروجين الذى ينطلق معظمه الى الجو نتيجة لاحتراق وقود العربات .

ونتيجة لذلك نستطيع القول بأن نسبة وجود هذين الغازين فى أجواء المدن تبلغ درجة خطيرة تتطلب بذل أقصى الجهود للتخلص من تأثيرهما الضار .

ولما كان غاز الأزون يتسبب فى تحطيم المواد العضوية نتيجة لتكسير الروابط التى تربط بين ذرات الكربون فاننا نجد أن المواد السليولوزية والبروتينية التى تحتوى على نسبة عالية من الرطوبة تفقد قوتها ومتانتها اذا ما تعرضت لفعله مدة طويلة . . وبالإضافة الى ذلك فان غاز الأزون يؤكسد الأصماغ الطبيعية التى كانت تدهن بها أغلفة الكتب الفارسية القديمة بغرض اكسابها لمعانا وبريقا جذابا . . كما أنه يزيل ألوان الأقمشة المصبوغة التى تغطى بها أغلفة الكتب والمخطوطات القديمة .

وبالنسبة لغاز ثانى أكسيد النيتروجين فانه بجانب تحوله الى غاز الأزون المتلف بفعل أشعة الشمس يتسبب فى قصر أو ازالة ألوان الجلود وغيرها من الألياف المصبوغة .

بخار الماء :

يهيئ بخار الماء الموجود فى الجو الرطوبة اللازمة لتحول الشوائب الغازية الى أحماض فبدونه لا يتحول غاز ثانى أكسيد الكبريت مثلا الى حمض الكبريتيك . . ومن ناحية أخرى فان وجود نسبة عالية من الرطوبة فى الجو يساعد على اصابة مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة . . كما أن الرطوبة تنشط عمليات صدأ المعادن وتؤدى الى التحلل المائى للمواد العضوية .

ثالثا - الضوء :

مما لا شك فيه أن لدورة الليل والنهار وتعاقب الاضاءة الصناعية والاظلام أثرهما على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية . . ونجد أن هذه المقتنيات وخاصة المصنوعة من المواد السليولوزية كالورق والبردى تفقد صلابتها وتتحول الى أجسام هشة اذا تعرضت لمدة طويلة لتأثير الضوء .

وبالرغم من ذلك فان قليلا من الاهتمام قد أعطى لدراسة تأثير الضوء على الكتب والمخطوطات والوثائق . . واذا ما رجعنا قليلا الى الوراء فسوف نجسد أن بداية الاهتمام بتأثير الضوء على مقتنيات المكتبات ومعروضات المتاحف كانت فى عام ١٨٨٨ حينما قام كل من رسل (Russel) وابنى (Abney) بنشر تقريرهما عن تأثير الضوء على الألوان المائية . . وأعقب ذلك فى السنوات القليلة الماضية ظهور بعض الدراسات التى تناولت قصر الألوان المائية بفعل الضوء . . ولقد كانت بداية الاهتمام الحقيقى بدراسة تأثير الضوء فى عام ١٩٥٢ حينما قام الأستاذ جينارد (Genard) بنشر تقريره المشهور عن الأشعة فوق

البنفسجية المنبعثة من لمبات الفلورسنت ٠٠ وكان هذا التقرير فى الواقع بداية لنشاط كبير فى هذا المجال حيث توالى الدراسات العلمية المتعمقة التى كان لها الفضل الأكبر فى اعطاء أهمية كبيرة لتأثير الضوء على مقتنيات دور الكتب ومعرضات المتاحف .

وتنقسم أنواع الأشعة التى تقع على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية الى ثلاثة أنواع حسب طول موجة الضوء هى :

الأشعة فوق البنفسجية :

وهى أشعة غير مرئية ويتراوح طول موجتها من ٣٠٠٠ الى ٤٠٠٠ أنجستروم (Å) وتنقسم الى قسمين هما :

١ - الأشعة فوق البنفسجية البعيدة (Far ultra violet radiation)

ويتراوح طول موجتها ما بين ٣٠٠٠ ، ٣٤٠٠ أنجستروم .

٢ - الأشعة فوق البنفسجية القريبة (Near ultra violet radiation)

ويتراوح طول موجتها من ٣٤٠٠ الى ٤٠٠٠ أنجستروم .

الضوء المرئى :

ويتراوح طول موجته من ٤٠٠٠ الى ٧٦٠٠ أنجستروم .

الأشعة تحت الحمراء :

وهى أشعة غير مرئية ويبلغ طول موجتها أكثر من ٧٦٠٠ أنجستروم .

ولو أن الألياف النباتية المستخدمة فى صناعة الورق لا تتأثر بسرعة بالضوء وخاصة اذا كانت نقية الا أنه بمرور الوقت تحدث بسبب الضوء سلسلة من التفاعلات المعقدة التى تؤدى الى ضعف الألياف (Tendering of fibres)

ويتوقف مدى تأثير الألياف النباتية السليولوزية المستخدمة فى صناعة الورق بالضوء على نوع الأشعة الضوئية الساقطة عليها ٠٠ ولقد ثبت أن أكثرها تأثيرا بصفة عامة هى الأشعة فوق البنفسجية لكونها الأشعة ذات الموجة القصيرة أى أنها الأشعة ذات الطاقة الكبيرة ٠٠ كما أن الضوء المرئى هو الآخر بسبب تلف الورق خاصة اذا سقطت عليه مكونات الضوء المرئى ذات الموجة القصيرة مثل الأزرق والبنفسجى .

وحتى نتفهم الكيفية التي يؤثر بها الضوء على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية وكذلك معروضات المتاحف من الرق والبردى والرق والجلود والمنسوجات لابد لنا أن نلم بشيء من مبادئ الكيمياء الضوئية (Photo chemistry) .

ويمكن ايجازها على النحو التالى :

من المعروف علميا أن للضوء طبيعة خاصة تحكمها نظريتان هما :

نظرية الموجة :

والضوء حسب هذه النظرية عبارة عن موجات الكتر ومغناطيسية لها خواص وصفات الموجات من حيث التذبذب والسرعة وطول الموجة ويحكمها القانون الآتى :

$$\text{طول الموجة} = \frac{\text{السرعة}}{\text{التذبذب}}$$

نظرية الجسيمات :

والضوء وخاصة الأشعاعات الضوئية قصيرة الموجة - فى مدلول هذه النظرية عبارة عن تيار متتابع ومتلاحق من الجسيمات أو الفوتونات (Quanta or photons) المحملة بكمية محدودة من الطاقة التى يمكن حسابها من تذبذب موجة الضوء :

$$\text{الطاقة} = \text{مقدار ثابت} \times \text{التذبذب}$$

أى أنه أمكن الربط بين النظريتين وبالتالي يمكن القول بأن الضوء يعبر عن الخواص المميزة لكل من الموجات والجسيمات . وعلى هذا الأساس فإنه عندما يسقط شعاع ضوئى على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق فإن ذرات المواد المصنوعة منها هذه المقتنيات تمتص طاقة هذا الشعاع وتنتقل الى مستوى أعلى من مستوى الطاقة العادى المتعادل . أى أنه يحدث لها عملية تهيج بفعل طاقة الشعاع الضوئى الممتصة . ولما كان كل امتصاص للطاقة لابد وأن يتبعه انبعاث فإننا نجد أن الطاقة الممتصة بواسطة ذرات المواد تنبعث عادة اما على صورة حرارة أو على صورة أشعة تفلور (Fluorescent radiation) أو على صورة تحول كيميائى داخل جزيئات المواد أو على صورة تكسر للروابط الكيميائية (Chemical bonds) التى تربط بين ذرات هذه المواد أو عن طريق التصادم وانتقال الطاقة الممتصة الى ذرات أخرى .

ومن هذا يتضح لنا أن طاقة الفوتونات الضوئية الممتصة هي التي تحدث التغيرات الضوء كيميائياً (Photo chemical changes) ومن ثم فإن خفض شدة الاضاءة سوف يؤدي الى خفض عدد الفوتونات التي تمتصها ذرات المواد في وحدة الزمن ولكنها لا تؤدي بطبيعة الحال الى خفض كمية الطاقة المحملة بها هذه الفوتونات لكونها ترتبط بطول موجة الشعاع الضوئي . وعلى هذا ومن الناحية النظرية فانه لا توجد حدود لشدة الضوء يمكن عندها القول بأن التفاعلات الضوء كيميائية سوف تتوقف . ومن ذلك يمكن لنا أن نقرر أن خفض شدة الاضاءة سوف يؤدي الى تعطيل التفاعلات الضوء كيميائية ولكنه لا يؤدي الى توقفها .

ولقد قام عدد كبير من الدارسين ومن بينهم لاور (Launer) باجراء دراسات كثيرة قارنوا فيها بين طاقة عدد كبير من الروابط الكيميائية وبين طاقة فوتونات الأشعة الضوئية وانتهوا الى القول بأن الاشعاعات الضوئية قصيرة الموجة تحمل الطاقة الكافية لاجداث تكسر أو تهتك للروابط الكيميائية ذات الطاقة الأقل في عدد كبير من المركبات العضوية .

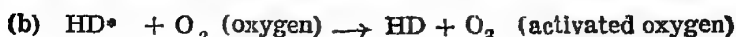
وبالإضافة الى ذلك قام كل من لاور وويلسن (Lauher and Wilson) بدراسة تأثير الضوء على الورق وثبت لديهما أن سرعة تلف الورق بفعل الضوء تزداد بمعدل كبير في حالة الأوراق المصبوغة . كما أجريت دراسات أخرى مماثلة للوقوف على التفاعلات التي تحدث في القماش بفعل الضوء استخدمت فيها أقمشة قطنية مصبوغة بصبغات برميلية (Vat dyes) وقد ثبت في كلتا الحالتين أن التفاعل يحتاج الى وجود الأكسجين وأنه ينشط أكثر عندما تكون الرطوبة النسبية مرتفعة .

وقد استنتج من ذلك أن جزيء الصبغة النشط يستخرج ذرة هيدروجين من جزيء السليولوز ثم يتحد الشق السليولوزي بأكسجين الهواء مكونا مجموعة بيروكسيد ثم يتفاعل هذا المركب غير المستقر بطرق مختلفة معطيا نواتج مختلفة بينما يتفاعل جزيء الصبغة المختزل مع أكسجين الهواء مكونا الصبغة الأصلية مرة أخرى .

ويمكن تلخيص التفاعلات التي تحدث في هذه الحالة على النحو التالي :

المرحلة الأولى :

التهييج (Excitation)



المرحلة الثانية :

(Reactions) التفاعلات

(c) $O_2 + 2H_2O_2 \text{ (Water)} \longrightarrow 2 H_2O_2$:Hydrogen Peroxide
ويتبع ذلك تفاعل بين فوق أكسيد الهيدروجين (Hydrogen peroxide) والسليولوز أو الصبغة وذلك على النحو الآتي :

(d) $H_2O_2 + \text{Cellulose} \longrightarrow H_2O_2 + \text{Oxycellulose and/or}$

(e) $H_2O_2 + \text{HD (dye)} \longrightarrow H_2O_2 + \text{HOD (Bleached dye)}$

وفي النهاية يمكن القول بأن الأشعة فوق البنفسجية البعيدة تتسبب في ضعف الألياف وذلك عن طريق تكسيرها لجزيئات السليولوز الكبيرة (Marco Molecules) تكسيراً مباشراً . . . ولما كانت هذه الجزيئات الكبيرة هي سبب متانة الألياف فإن تكسيرها إلى جزيئات أصغر عن طريق تكسير بعض الروابط الكيميائية التي تربط بين وحدات الجلوكوز في سلاسل السليولوز يسبب حدوث ضعف شديد في الورق . . . وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة التحلل بالضوء (Photolysis) . . . أما في حالة الموجات الضوئية فوق البنفسجية القريبة والضوء المرئي قصير الموجة (البنفسجي والأزرق) فإن الطاقة المتولدة عنها تكون غير كافية لكسر الروابط الكيميائية . . . ومع ذلك فقد يحدث التلف بطريقة غير مباشرة على هيئة وهن يصيب الورق . . . وتعرف هذه الظاهرة باسم الوهن الضوئي (Photosensitized degradation) . . . ونجد أنه بينما ينتج عن التحلل بالضوء اصفرار في لون الورق فإنه ينتج عن الوهن الضوئي قصر للون .

وفيما يختص بالألياف الحيوانية ولو أنها لم تدرس الدراسة الكافية إلا أنه قد وجد أن عمليات الوهن الضوئي تحدث لها بصورة ملحوظة إذا كانت قيمة الأسس الهيدروجيني (PH Value) في الألياف تتراوح ما بين ٣,٥ ، ١٢ أي عندما تكون الألياف ذات طبيعة حمضية عالية .

والواقع أن الكتب والمخطوطات والوثائق تتعرض في الغالب للوهن الضوئي فقط حيث أن الزجاج العادي في الشبائيك كاف لقطع الأشعة فوق البنفسجية البعيدة .

وتدل الاختبارات التي أجريت على الأوراق التي تعرضت لفعل الضوء مدة طويلة من الزمن على أن التلف الذي يحدث للكتب والمخطوطات والوثائق يتضمن حدوث تهتك في سلاسل السليولوز (Chain Scission)

ويتضح ذلك من حدوث نقص فى قوة الشد (Tensile Strength)

وحدوث تأكسده فى مركب السليولوز يؤدي الى تكون مجموعات كاربونيلية (Carbonyl groups) على طول جزيء السليولوز وكذلك يتضح من زيادة العدد النحاسى للورق (*) (Copper number) • ولا يتوقف تأثير الضوء على طول موجاته فحسب بل أنه يرتبط بعوامل أخرى كثيرة من أهمها :

- ١ - قوة الاضاءة •
- ٢ - مدة التعرض للضوء •
- ٣ - درجة الحرارة •
- ٤ - سمك الورق وكثافته •
- ٥ - تركيب الهواء المحيط بالورق من حيث تركيز غاز الأكسجين وتجدد الهواء والرطوبة النسبية وغازات التلوث الجوى •
- ٦ - درجة التآكل الكيميائى فى الورق •
- ٧ - المركبات غير السليولوزية الموجودة فى الورق •
- ٨ - المواد المضافة الى الورق مثل المركبات المعدنية الملونة أو المواد الحمضية أو القلوية المستخدمة فى صناعة الورق أو المستخدمة فى علاجه وترميمه •

ويوجد اصطلاحان على قدر كبير من الأهمية فى التعبير عن تأثير الضوء وقياسه :

(*) ينتج عن تأكسد المجموعات الهيدروكسيلية (hydroxyl Groups) وتهتك الروابط الكيميائية التى تربط وحدات الجلوكوز فى سلاسل السليولوز تكون مجموعات كاربونيلية (Carbonyl groups) على طول جزيء السليولوز ويقدر عدد المجموعات الكاربونيلية التى تكونت عن طريق حساب وزن النحاس الذى اختزل من حالة النحاسيك الى حالة النحاسوز بفعل مائة جرام من السليولوز • وهذا ما يعرف بالعدد أو الرقم النحاسى • وسوف نتناول طريقة تعيين الرقم أو العدد النحاسى للورق عند تناولنا لطرق الفحص • والواقع ان العدد النحاسى يتناسب بالتقريب مع عدد المجموعات الكاربونيلية حيث أنه يعتمد على الطريقة التى يتم تعيين قيمته بواسطتها ، كما أنه يعتمد على مواقع المجموعات الكاربونيلية على طول جزيء السليولوز • وللعلم النحاسى أهمية كبيرة لكونه أحد الوسائل التى نستطيع عن طريقها تقدير ما أصاب الورق من تلف نتيجة لتعرضه لتأثير عوامل التلف المختلفة •

الاصطلاح الأول :

(Illumination Value)

وهو شدة أو قيمة الاضاءة .

الاصطلاح الثاني :

(Exposure value)

وهو كمية الاضاءة .

وتعرف شدة الاضاءة بأنها قوة الضوء المرئي كما يبدو لعين الانسان ووحدة قياسها هو اللوكس (Lux) وهو يساوى تقريبا عشر لومن (Lumen) واللومن هو وحدة انجليزية لقياس الضوء . ويعبر عن الشدة باللومن / قدم مربع (Lumen/Ft^2) أو بالشمعة قدم (Foot candle) . أما كمية الاضاءة فتعتمد على شدة الاضاءة ومدتها أى انها تساوى حاصل ضرب شدة الاضاءة مقدرة باللوكس فى مدة الاضاءة مقدرة بالساعات ويعبر عنها باللوكس/ساعة (Lux/hour) . ولما كانت هذه الوحدة صغيرة فانه يستخدم بدلا منها عادة الوحدة مليون لوكن/ساعة ($\text{Million luxhours ML}_x \text{ h.}$) وهى تساوى على سبيل المثال شدة اضاءة قدرها مائة لوكنس لمدة عشرة آلاف ساعة أو شدة اضاءة قدرها ألف لوكنس لمدة ألف ساعة . وعلى ذلك يمكن القول بأن شدة الاضاءة مهما بدت صغيرة الا أنها قد تحدث تلقا كبيرا بمرور الزمن .

وفى المكتبات ودور الأرشيف والوثائق التاريخية حيث يراعى عادة أن تكون شدة الاضاءة منخفضة فاننا نجد أن كمية الاضاءة التى تتعرض لها المقتنيات تتراوح عادة بين واحد واثنين مليون لوكنس/ساعة فى السنة الواحدة .

ومن ناحية أخرى فاننا نجد أن للضوء منافع . فلقد اثبتت التجارب أن الضوء يعوق نمو الفطريات وأنه يطرد الهوام من مخابئها . ومن وجهة النظر هذه نجد أنه من المستحب أن يغمر الضوء كل الأركان وكل المخابئ فى مباني المكتبات ودور الأرشيف والوثائق التاريخية فكلنا يعلم أن أغلب أنواع الحشرات لا تظهر الا فى الظلام وعندما يحل الليل .

رابعا - المخلفات الصلبة للاحتراق غير الكامل للوقود :

وتوجد فى الجو على هيئة معلقة من جسيمات متناهية فى الصغر . وفى جو المدن نجد أنها تتكون من الكربون الناتج عن عمليات الاحتراق غير الكامل للوقود . وهذه المعلقة أو الجسيمات الكربونية تكون عادة لزجة بفعل المواد القطرانية التى تختلط بها وهى المواد التى تتكون فى نفس الوقت نتيجة لعمليات الاحتراق غير الكامل .

وهذا النوع من الشوائب يشتمل بالاضافة الى جسيمات الكربون جسيمات أخرى من الرماد المتخلف عن عمليات الاحتراق وعلى الأثرية دقيقة الحبيبات وعلى جسيمات متناهية في الصغر من الأملاح وخاصة في الأجواء القريبة من البحار .

ونجد أن الجسيمات أو المعلقات التي تنطلق الى الجو من مداخن المصانع بجانب كونها قذرة فانها تمتص وتحمل الغازات الحمضية مثل غاز ثاني أكسيد الكبريت وغاز كبريتيد الهيدروجين بالاضافة الى ذرات من المعادن مثل الحديد . فاذا ما حدث واستقرت على مخطوطة أو كتاب فإن الغازات الحمضية تبدأ في سلسلة من التفاعلات الكيميائية التي تتحول فيها الى أحماض وبذلك ينتهي الأمر الى تلف هذه المخطوطة أو هذا الكتاب . أما الجسيمات المعدنية المعلقة من الأثرية والرمال فانها اذا ما استقرت على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية فانها تؤدي الى حدوث تلف ميكانيكي كبير لهذه المقتنيات من جراء القوة الميكانيكية التي تنتج عن احتكاكها بأسطح أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية التي تستقر عليها .

خامسا - الحرارة :

الحرارة هي احدى العوامل الثلاثة : الغذاء . الحرارة . الرطوبة اللازمة لنمو الكائنات الحية الدقيقة كما أنها من أسباب تكاثر الحشرات . ومن ناحية أخرى فإن الحرارة تسرع بالتلف الكيميائي (Chemical deterioration) للورق والبردى والجلود والمنسوجات بالاضافة الى ذلك نجد أن المواد اللاصقة المستخدمة في تجليد الكتب والمخطوطات كالغراء وعجائن الدقيق (Corn Paste) تفقد قوة اللصق (Adhesion for-ce) بالحرارة لكونها تفقد تماسكها بالجفاف .

وقد ثبت أن أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق تفقد كثيرا من خواصها الفيزيوكيميائية وخاصة تحملها للطى (Folding Endurance) اذا ما تعرضت مدة طويلة لحرارة زائدة . والخواص الفيزيو - كيميائية كما سنعرف فيما بعد واحدة من الخصائص الهامة التي نستطيع بها قياس مدى ما أصاب الورق من تلف .

وللحرارة الزائدة في أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق أكثر من سبب وأكثر من مصدر فقد تكون ناشئة عن وجود المكتبات في بلاد تتميز بمناخها الحار أو قد تكون ناشئة عن التدفئة الصناعية في البلدان الباردة ، كما أنها قد تنشأ نتيجة لاتباع نظام غير مدروس في اضاءة

فترينات العرض أو المخازن ٠٠ وقد ثبت أن اثاره فترينات العرض بضوء الكهرياء يرفع الحرارة بدرجة تكفى للاسراع بالتفاعلات الضوء كيميائية (Photo chemical reactions) كما ثبت عن طريق قياس الخواص الفيزيوكيميائية أن الحرارة الزائدة تسرع بقسدم الورق والمنسوجات ٠٠ وليس الورق وحده هو الذى يتلف بالحرارة الزائدة فقد ثبت أن أوراق البردى والمخطوطات المكتوبة على الحية الأشجار وزعف النخيل تجف بالحرارة وتفقد لدونها وتصبح هشّة سهلة الكسر .

وزيادة على ما سبق ذكره فقد ثبت أن الحرارة الزائدة فى وجود كميات ضئيلة من الشوائب المعدنية كالحديد والنحاس تسرع بصليبات التحلل المائى (Hydrolysis) للسليولوز كما أنها تساعد على أكسده واصابته بالروهن الضوئى (Photo synthesis) الامر الذى يؤدى الى اصابة الأوراق بتلف شديد .

والواقع أن حفظ مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية فى درجات حرارة منخفضة وفى وجود كمية صغيرة من الرطوبة يقلل من احتمالات التلف ٠٠ وقد ثبت أنه يمكن اضافة عمر طويل جدا للكتب والمخطوطات المصنوعة حتى من أردأ أنواع الورق اذا ما تجنبنا تعريضها لتأثير الحرارة الزائدة .

سادسا - الرطوبة :

كما هو الحال بالنسبة للحرارة والضوء نجد أن للرطوبة أيضا فوائد ومضار ، فقليل من الرطوبة مفيد ولازم لحفظ لدونة الورق وغيره من المواد المصنوعة منها مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ٠٠ أما الرطوبة الزائدة (Excessive moisture) فلها مضار عديدة ٠٠ ولقد أثبتت التجارب والملاحظات العامة أن الجفاف أو القليل من الرطوبة يحول الورق الى أجسام هشّة ، أما الرطوبة الزائدة فانها تسبب نمو العفن والفطريات التى تصيب الورق بأضرار بالغة ٠٠ وفى نفس الوقت فان المخطوطات المكتوبة على الحية الأشجار وزعف النخيل تتجعد وتتكرمش اذا ما توالى تعرضها للرطوبة الزائدة ثم للجفاف ٠٠ أما الجلود فانها تصاب بالفطريات والعفن وغيرهما من الكائنات الحية الدقيقة اذا ما تعرضت للرطوبة الزائدة بينما نجد أنها تتحول الى ما يشبه القطران اذا ما تعرضت لمدد طويلة للجفاف الزائد وهى الحالة التى وجدت عليها الجلود التى عثر عليها فى بعض المقابر المصرية القديمة .

سابعاً - عوامل التلف البيولوجى :

لقد تمكن المتخصصون فى دراسة ومقاومة الحشرات من تحديد أكثر من سبعين جنساً من الحشرات التى تهاجم مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية وقاموا بدراسة أنسب الظروف لانتشارها وتكاثرها أما الكائنات الحية الدقيقة فأنها توجد متحصلة فى الهواء الجوى ولكنها تنمو فقط على المواد العضوية ومن بينها بطبيعة الحال الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية سواء كانت مصنوعة من مواد سليولوزية أو مواد بروتينية عندما تتواجد بها الكمية المناسبة من الرطوبة ٠٠ ومن وجهة النظر هذه يمكن القول بأن الرطوبة الزائدة (high or excessive humidity) التى تتميز بها المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية هى من أعدى أعداء هذا النوع من المقتنيات الثقافية والحضارية ٠٠ ومن هذه الحقائق نستطيع أن نقول بأن التحكم فى كمية الرطوبة النسبية فى أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية وجعلها فى الحدود المأمونة (من ٥٥ - ٦٥٪) هى من أنجح الوسائل لمقاومة الفطريات وبعض الأنواع الأخرى من الكائنات الحية الدقيقة ٠٠ وبالإضافة الى ذلك يمكن بطبيعة الحال استخدام الأنواع المناسبة من المبيدات الفطرية ٠٠ وسوف نتناول فيما بعد فى باب مستقل الدور الذى تقوم به الحشرات والكائنات الحية الدقيقة فى إتلاف الكتب والمخطوطات والوثائق ٠

ثامناً - الهوام والحيوانات القارضة :

الهوام حيوانات متلفة وكريهة يكثر تواجدها فى دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية وتصعب مقاومتها ٠

ومن وجهة نظر القائمين على صيانة الكتب والمخطوطات والوثائق تنقسم الهوام الى قسمين :

القسم الأول : ويشمل الهوام الدائمة الإقامة فى دور الكتب والأرشيف والوثائق ٠

القسم الثانى : فيشمل الهوام الزائرة ٠

ومن النوع الأخير تلك الهوام غير المحلية التى تدخل الى بلد ما بطريقة أو بأخرى وتلك الأنواع التى تعيش فى الأركان المهجورة والمظلمة من المباني ثم تتجمع وتقوم بغزو الكتب والمخطوطات والوثائق الموضوعة على الأرصفة أو المحفوظة داخل الدواليب والخزانات ٠

أما الحيوانات القارضة فتشمل عددا كبيرا من الحيوانات إلا أن أخطرها بصفة عامة على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق هو الفئران . . ويوجد الآن أكثر من ثلاثمائة فصيلة من الفئران تنتشر انتشارا واسعا في جميع أنحاء العالم .

وتتلخص خطورة الفئران في أنها إذا أحكمت سيطرتها على مبنى من المباني وخاصة المباني القديمة فإنه يصعب إبادتها خاصة وأنها تختبئ في الأماكن المعزولة وفي الشقوق والفجوات . .

وبالرغم من ذلك فإننا نجد أنها تفضل أن تضع صغارها في الأماكن المفتوحة والمضيئة نسبيا مثل خزانات وأرفف الكتب . وتلتهم الفئران جميع المواد التي تتيسر لها من ورق ووردي ورق وجلد فضلا على أنها تتلف ما يتبقى منها بإفرازاتها القذرة . . ولذلك يجب عدم التواني في إبادتها والتخلص من أخطارها .

تاسعا - الأحماض الحرة :

الأحماض الحرة هي العدو اللدود للكتب والمخطوطات والوثائق وليست هناك مكتبة عامة أو دارا للأرشيف والوثائق التاريخية تخلو مقتنياتها من الأحماض . . وبالرغم من أن القائمين بأعمال علاج وصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق يعلمون تماما مدى الخطورة التي تتعرض لها هذه المقتنيات بفعل الأحماض إلا أنهم في كثير من الحالات وبما لديهم من إمكانيات يعجزون عن مجابهة أخطارها وذلك لأن أسباب إصابة الكتب والمخطوطات والوثائق بالأحماض وإن كانت معروفة إلا أنه يصعب التحكم فيها أو السيطرة عليها . . وفي حالات كثيرة نجد أن الورق على سبيل المثال يكتسب الحموضة الزائدة أثناء عملية تصنيعه وقبل أن يصبح مخطوطا أو كتابا . . وتتلخص خطورة الأحماض في أن التلف الناشئ عنها لا يمكن إدراكه بسهولة إلا بعد أن يستشري الخطر وتظهر علامات التلف بطريقة تلفت النظر إليها .

ومصادر الأحماض التي تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية كثيرة إلا أن أهم مصادر إصابة الورق بالأحماض هي غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود كشائبة غازية في أجواء المدن ومادة اللجنين وهي إحدى المكونات الأساسية غير السليولوزية للأخشاب المصنوع منها معظم الأوراق المستخدمة قديما وحديثا وكذلك الشب والقلفونية وهما المادتان المستخدمتان عادة في ربط وصقل ألياف الورق أثناء تصنيعه والمواد الكيميائية المستخدمة في عمليات تبييض لب الورق وأحبار الحديد التي استخدمت قديما في الكتابة .

أما الجلود فانها تصاب بالأحماض بفعل المواد الكيميائية المستخدمة فى التصنيع وبفعل غاز ثانى أكسيد الكبريت الموجود كشائبة غازية فى جو المدن ٠٠ ومن حسن الحظ فاننا نجد أن الرق وبسبب طبيعته القلوية يقاوم تأثير الأحماض .

ولقد سبق أو ذكرنا أن غاز ثانى أكسيد الكبريت وحده حتى ولو كانت نسبة تواجده فى الجو كبيرة لا يضر بالكتب والمخطوطات والوثائق الا فى وجود كمية ضئيلة جدا من النحاس أو الحديد وهى العوامل المساعدة التى تسهل عملية تفاعل غاز ثانى أكسيد الكبريت مع الماء الموجود فى الجو على هيئة رطوبة ليتكون بذلك حمض الكبريتيك الذى يتلف المواد السيلولوزية والبروتينية ويحولها الى مواد هشة جدا تتفتت بمجرد لمسها باليد أو على الأقل يتسبب فى تبقع صفحات الكتب والمخطوطات ببقع غامقة اللون كثيفة المنظر لا يمكن التخلص منها بسهولة .

ويهمنى أن أنوه فى هذا الصدد أنه لا يشترط لحدوث التلف وجود كمية كبيرة من الأحماض فالواقع أن وجود الأحماض حتى ولو بنسبة ضئيلة يترتب عليه حدوث تلف كبير مع طول الزمن ٠٠ ومن هذا لابد لنا أن نقول أن الكشف عن وجود الأحماض والتخلص منها يجب أن يكون من أهم الأعمال التى يجدر أن تنال عظيم اهتمام القائمين بأعمال العلاج والصيانة .

ويعبر عن كمية الأحماض الموجودة بالورق والجلود وغيرها بقيمة الأس الهيدروجينى السالب الذى يطلق عليه بالانجليزية تعبير (PH Valve) وتوجد أكثر من طريقة وأكثر من جهاز لقياس قيمة الأس الهيدروجينى السالب سوف نتناولها بالتفصيل فيما بعد عند الحديث عن طرق فحص الكتب والمخطوطات والوثائق . والمصدر الأساسى للحموضة فى الأوراق الحديثة هو الشب (alum) التى تستخدم فى صناعة الورق لترسيب القلفونية (Rosin) وهى المادة التى تقوم بربط وصقل ألياف الورق كما أنها تساعد على التصاق المواد المألثة (Loading materials) بالألياف ٠٠ ولذلك نجد أن الأوراق الحديثة تصاب بالتلف سريعا ويتغير لونها وتفقد صلابتها نتيجة لاستعمال الشب والقلفونية فى صناعتها .

ومن ناحية أخرى فإن الأحبار المستخدمة فى الكتابة وخاصة أحبار الحديد تزيد من حموضة الورق ٠٠ ولهذا نلاحظ أن الكثير من الأوراق القديمة قد تثقبت وفقدت تماسكها حول الكتابات ٠٠ وفى حالة جبر عقص الحديد (Iron gall ink) وهو من الأحبار الشائنة الاستعمال فى الأزمنة القديمة نجد أن الأوراق التى استخدم فى الكتابة عليها قد تشققت

وتبقت وفقدت تماسكها وصلابتها بسبب حمض الكبريتيك الذى ينتج عن التفاعل بين كبريتات الحديدوز وحمض العفص (gallic acid) وحمض التانيك (Tannic acid) وهى المواد المستخدمة فى صناعة هذا النوع من الأحبار ٠٠ وبالإضافة الى تهتك المواضع التى تقع تحت الكتابات مباشرة بفعل حمض الكبريتيك الذى يتكون نتيجة للتفاعل المشار اليه ، فان هذا الحمض ينتشر حول الكتابات حتى يغطى سطح صحيفة الورق بأكملها ويتلفها ، بل نجد أنه ينتشر خلال الصفحات الملاصقة ويستمر فى الانتشار حتى يتلف المخطوطة أو الكتاب بأكمله .

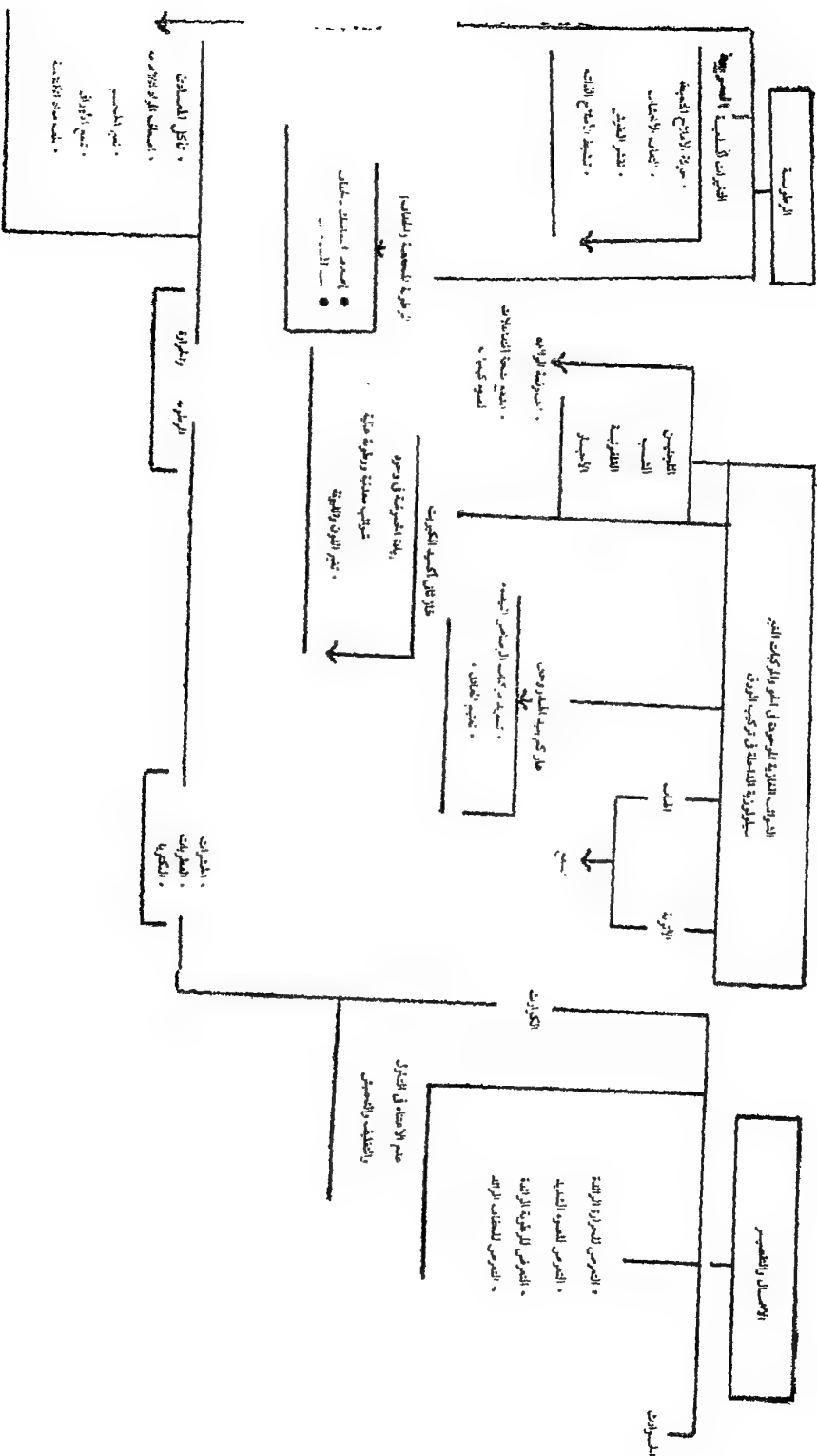
وثمة سبب آخر لاصابة الكتب والمخطوطات والوثائق بالأحماض هو مادة اللجنين (Lignin) وهى المادة الراتنجية اللاصقة التى توجد بنسبة كبيرة فى الأخشاب التى تستخدم فى صناعة الورق والتى توجد بكمية كبيرة فى الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون (ground Wood Paper) ٠٠ وحتى الأوراق الحديثة التى تمر عجائنها بمراحل كثيرة من المعالجات الكيميائية تظل محتوية على اللجنين وان كان بنسبة صغيرة وخير مثال على التلف الناجم عن وجود اللجنين أوراق الجرائد التى نجد أنها تتبقع وتفقده بعض صلابتها بعد مضي وقت قليل ٠٠ والسبب فى ذلك هو قابلية اللجنين الكبيرة للتأكسد وحساسيته الفائقة للضوء حيث يتحلل بفعل هذه العوامل الى مادة الفانيليا (Vanilin) ويتكون فى نفس الوقت كنواتج ثانوية (by-Product) بعض الأحماض العضوية التى تزيد من حموضة الورق ٠٠ ولذلك يجب تنقية أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق من مادة اللجنين ٠٠ وسوف نتناول ذلك فيما بعد بالتفصيل عند الحديث عن طرق علاج وصيانة مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية .

ومن سوء الحظ أن نجد أن الأحماض فى الورق مثلها فى ذلك مثل الأحماض فى الأحبار تنتشر بسرعة من الأوراق التى تحتويها الى الأوراق الخالية منها ما دامت ملاصقة لها ، وعلى ذلك يجب حفظ الكتب والمخطوطات والوثائق المصنوعة من الأنواع الفاخرة من الورق والتى استخدم فى كتابتها حبر الكربون ٠٠ أى تلك التى لا تحتوى على الأحماض

بالكمية المتلفة ، بعيدا عن الكتب والمخطوطات والوثائق المصنوعة من الأنواع الرديئة من الورق والتي استخدم فى كتابتها أحبار الحديد وهى الأنواع التى تحتوى بطبيعتها على كمية كبيرة متلفة من الأحماض .

وهذه القاعدة يجب أن تراعى أيضا عند تجليد أو تغليف الكتب والمخطوطات والوثائق النادرة اذ يجب اختيار الخامات الخالية من الأحماض حتى لا تنتشر أو تتسرب اليها الأحماض الحرة الزائدة فى الأنواع الرديئة من مواد التجليد والتغليف الى الكتب والمخطوطات والوثائق فتتلفها .

وفى النهاية يمكن تلخيص أسباب تلف مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية والمتاحف فى الجدول الآتى :



الأسس العلمية لعلاج وترميم الورق البردى

سبق أن تكلمنا بشيء من الإيجاز عن أهم أسباب تلف مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ، ومن بينها بطبيعة الحال المقتنيات المصنوعة من المواد السليولوزية وهى الورق والبردى وسوف نتناول فى هذا الفصل من الكتاب العوامل التى تتحكم أو تؤثر على مقاومة الورق والبردى لمسببات التلف ٠٠ ونعنى بها العوامل التى تؤثر على مقدرة الورق والبردى على الاحتفاظ بخواصهما الطبيعية والكيميائية ٠٠ وسوف نحاول كذلك توضيح كيفية التى تتفاعل بها المواد السليولوزية مع مسببات أو عوامل التلف حتى نستطيع على ضوءها تهيئة أنسب الظروف واختيار أجدى الوسائل للمحافظة على هذا النوع من المقتنيات الحضارية ٠

ولما كانت صناعة أوراق البردى والمادة الخام المستخدمة فيها قد خضعت لتقاليد راسخة ولم يطرأ عليها تطور يذكر عبر العصور الطويلة التى استمرت فيها صناعة أوراق البردى فسوف نتخذ الورق بمفهومه الحديث أساساً لمناقشة العوامل التى تؤثر على درجة حفظ المقتنيات الثقافية والحضارية المصنوعة من المواد السليولوزية ٠

وسوف نتضح لنا من خلال المناقشة كيفية تلف أوراق البردى والعوامل التى تتحكم فيها بوصفها مصنوعة من مادة سليولوزية ٠

والواقع أن المواد الخام المستخدمة فى صناعة الورق بل وطريقة الصنع ذاتها تعتبر من أهم العوامل التى تؤثر على مقدرة الورق لمقاومة عوامل التلف ، لذلك سوف نلقى بعض الضوء على نشأة وتطور صناعة الورق والمواد الخام المستخدمة حتى نستجلى طبيعة وكيفية التلف الذى تتعرض له الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية وذلك على النحو التالى :

حتى منتصف القرن التاسع عشر تقريبا كانت تستخدم الحرق القطنية والكتانية فى صناعة الورق بطريقة يدوية ٠٠ ولما كانت الحرق القطنية والكتانية تحتوى على أكثر من ٩٠٪ من السليولوز وحوالى ٢٪ من الماء ، لذلك نجد أن الأوراق المصنوعة منها تعتبر من أكثر أنواع الورق متانة ومن أعظمها مقدرة على الاحتفاظ بالخواص الكيميائية والطبيعية ، خاصة وأنه كان يستخدم لصقلها وربط أليافها الجيلاتين ٠٠ أى أنها تعتبر مصنوعة من سليولوز خالص نقى .

ومع تطور نشر الكتب والصحف لم يعد الورق المصنوع من الحرق القطنية والكتانية كافيا ، ولهذا استحدثت طرق أخرى للحصول على السليولوز اللازم لصناعة الورق من الأخشاب ٠٠

وفى عام ١٨٤٠ اكتشف كيلر (Keller) فى ألمانيا امكانية صناعة أنواع الورق المختلفة من الأنواع الطرية من الأخشاب عن طريق طحنها طحنا ميكانيكيا بواسطة أنواع خاصة من الطواحين ٠٠ ولقد انتشر الورق المصنوع بهذه الطريقة والذى يطلق عليه اسم الورق المصنوع من الخشب المصحون (ground Wood paper) انتشارا واسعا كبديل رخيص الثمن لأنواع الورق التى كانت تصنع من قبل من الحرق .

ولما كانت الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون تظل محتفظة بنسبة كبيرة من المركبات غير السليولوزية التى تدخل فى تركيب الأخشاب المصنوعة منها وبصفة خاصة مادة اللجنين Lignin الذى تتراوح نسبة وجوده ما بين ١٧ ، ٣٠ ٪ فأننا نلاحظ أن هذه الأنواع من الورق تكون ذات قابلية كبيرة للتأثر بالحرارة والهواء الجوى وما به من شوائب غازية وبأشعة الشمس وما بها من أشعة فوق بنفسجية ، ونجد أن لونها يتغير بسرعة كبيرة الى اللون الأصفر كما أنها تتبقع ببقع داكنة بنية اللون فضلا عن كونها تفقد متانتها وتتحول سريعا الى أجسام هشة .

وفى السنوات الأخيرة وبعد أن ظهرت عيوب الورق المصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون وبعد أن أمكن معرفة الأسباب التى تعجل بتلفه تغير أسلوب صناعة الورق وأصبح الخشب المستخدم يعالج بعد صحنه معالجة كيميائية لاستخراج المركبات غير السليولوزية أو التقليل من نسبة

وجودها خاصة بعد أن ثبت أنها العامل الرئيسى فى تلف الورق ٠٠ وكانت هذه المعالجة هى الخطوة الأولى فى عمليات انتاج ما يعرف الآن باسم لب الورق الكيمايى (Chemical paper pulp) .

وتستخدم عدة طرق للحصول على السليولوز فى الصناعة وتعتبر طريقة الكبريتيك من أكثر هذه الطرق انتشارا ٠٠ وبحسب هذه الطريقة يطبخ الخشب المصحون أو المقطع قطعاً صغيرة جداً تحت ضغط عال فى قزانات كبيرة يبلغ حجم الواحد منها حوالى ٣٠٠ م^٣ أو أكثر مع محلول بيكبريتيت الكالسيوم $(Ca(HSO_3)_2)$ فيتحلل الخشب وينوب جزئياً فى المحلول ويتبقى السليولوز الموجود به على صورة كتلة من الألياف ٠٠ وعند نهاية عملية الطبخ تدفع محتويات القزان الى مصفاة ضخمة عبارة عن خزان من الخرسانة له أرضية من البلاط المثقب ٠٠ وهناك يفصل السليولوز من المحلول ثم يغسل بالماء ويعصر فى مكابس ويجفف ويرسل بعد ذلك الى مصانع الورق .

وعندما يصل لب الورق المجهز كيميائياً الى مصانع الورق فانه يوضع فى أحواض كبيرة الحجم مملوءة بالماء ويقطب جيداً حتى يتحول السليولوز الى هيئة معلق فى الماء (Suspension) نسبته تتراوح ما بين ٢ ، ٣٪ ثم يصفى الماء ويسحق السليولوز سحقاً جيداً الى أن يتحول الى ألياف دقيقة الحجم جداً ويغسل عدة مرات بالماء حتى يصير نظيفاً ٠٠ ينقل السليولوز بعد ذلك الى قزانات دوارة ويخفف بالماء وتضاف اليه المواد الرابطة (Loading materials) والمواد المائلة (Sizing materials) ثم يصفى الماء ويسحق السليولوز سحقاً جيداً الى أن يتحول الى ألياف يصل المزيج الى القوام المناسب ٠٠ وأخيراً يدفع المزيج الى الماكينات لتشكيل صحائف الورق .

والواقع أن مراحل المعالجة الكيميائية التى يمر بها الخشب المصحون الى أن يتحول الى لب الورق الكيمايى (Chemical paper pulp) تفيد كثيراً فى ازالة معظم المكونات غير السليولوزية للخشب ، وبذلك يتخلص الورق المصنع من مسببات التلف التى كان يتعرض لها الورق المصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون ، الا أن المواد المائلة كالطفل والطباشير وكذلك المواد الرابطة وخاصة القلفونية التى يتطلب استخدامها استعمال شب البوتاس وأيضاً المواد المبيضة والمواد المعدنية الملونة مثل أكسيد التيتانيوم ، وجميعها يضاف الى لب الورق الخام بغرض اكساب الورق المصنع صفات طبيعية تناسب الأغراض التى سوف يستعمل فيها ، تشكل مصادر تلف جديدة للورق فبعضها يسبب أكسدة السليولوز

والبعض الآخر يزيده من حموضة الورق ، أما النوع الثالث فيقوم بدوره كعامل مساعد لتحويل الشوائب الغازية الموجودة فى الجو الى أحماض .

وعلى ذلك يمكن القول بأن مدى مقاومة الورق لعوامل التلف تتوقف الى حد كبير على طريقة صنعه وعلى المواد الخام المستخدمة فى صناعته ، وحتى قبل أن يصبح مخطوطة أو كتابا ، الأمر الذى يشكل صعوبة كبيرة امام القائمين بأعمال علاج وصيانة مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية .

وبصفة عامة يمكن القول بأن مسببات تلف الورق سواء كان مصنوعا بطريقة يدوية من الخشب المصحون أو كان مصنوعا بطريقة آلية من لب الورق الكيميائى هى :

- ١ - التغيرات المستمرة فى محتوى الورق من الرطوبة .
- ٢ - التعرض المستمر لضوء الشمس وما به من أشعة فوق بنفسجية .
- ٣ - التعرض اليومي للهواء وللشوائب الغازية الموجودة فى أجواء المدن نتيجة لاحتراق الوقود .

والواقع أن جميع هذه المسببات والكيفية التى تتفاعل بها مع الورق هى العوامل الرئيسية التى تحكم عمليات علاج وصيانة مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق ولذلك سوف نتناولها بالتفصيل وذلك على النحو التالى :

أولا - التغيرات المستمرة فى محتوى الورق من الرطوبة :

الألياف السليولوزية بطبيعتها متميعة (Hygroscopic) وهذا يعنى أنها ذات قابلية كبيرة لادمصاص الماء من الأجواء المحيطة .

وتعتمد كمية الماء المدمصة ليس فقط على الرطوبة النسبية (Relative Humidity) فى الجو ولكنها تعتمد كذلك على درجة حرارة الهواء المحيط بالكتب والمخطوطات .

وتتغير الخواص الفيزيائية والفيزيوميكانيكية للورق تغيرا ملحوظا بتغير محتوى الورق من الرطوبة ، فالرطوبة تزيد من لدونة الورق كما أنها تتسبب فى ارتخاء وضعف الروابط التى تربط بين الألياف السليولوز (Inter fiber bonding) ولهذا نجد أن للرطوبة تأثيرا كبيرا على الخواص الفيزيو - ميكانيكية للورق مثل خاصية تحمل الورق للطي (Folding endurance) ومقاومة الورق للشد والمط (Tensile strength)

وأيضاً مقاومة الورق للتمزق (Tearing strength) ٠٠ والواقع أن معظم الخواص الطبيعية للورق تتغير زيادة أو نقصاً بالزيادة أو النقص فى محتوى الورق من الماء الحر أى أنها تغيرات عكسية (Reversible) وعلى سبيل المثال فأننا نجد أن عدد مرات الطي المزدوجة التى تؤدى الى كسر الورق تزيد بزيادة محتوى الورق من الرطوبة وتقل بقلته ٠٠ وفى نفس الوقت فإن التغيرات التى تحدث لبعض خواص الورق عند درجات الرطوبة العالية وخاصة بريق ولعان الورق (Gloss) تكون غير عكسية

(Irreversible) فقد ثبت أن بريق الورق ينطفىء نهائياً عندما يتعرض الورق لتأثير درجة رطوبة نسبية مقدارها ٨٥ ٪ ٠٠ ومن ناحية أخرى نجد أن السليولوز يتحلل مائياً بتأثير محاليل الأحماض التى تتكون نتيجة لتعرض الورق الذى يحتوى على كمية كبيرة من الرطوبة وبعض الشوائب المعدنية لتأثير الغازات الحمضية التى توجد عادة كشوائب غازية فى أجواء المدن .

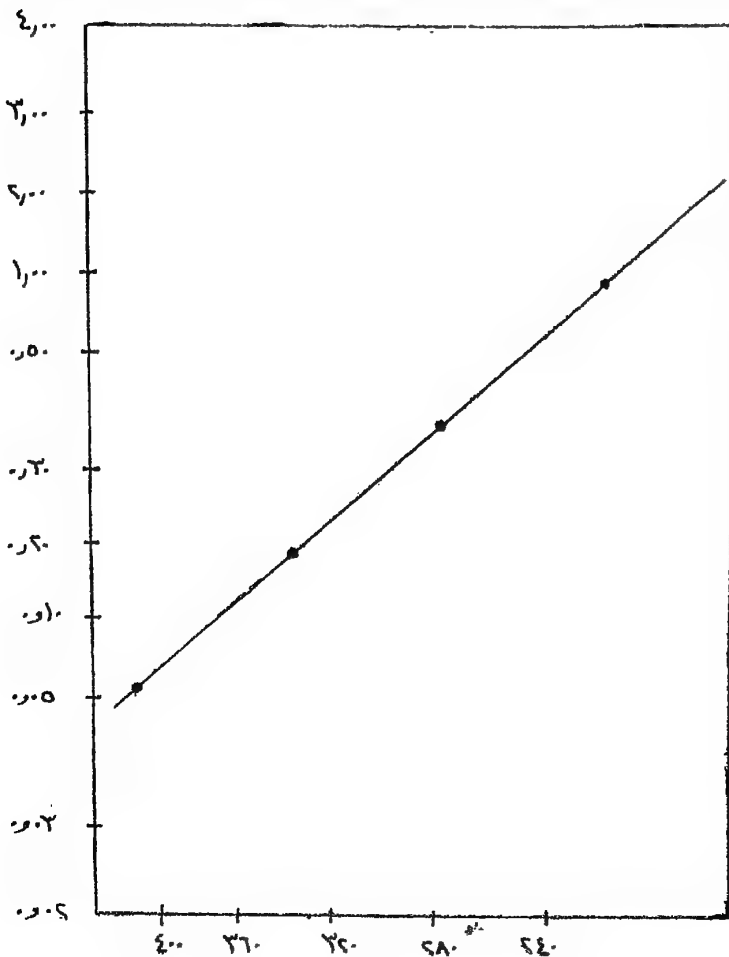
ومما لا شك فيه أن تعرض الورق لدرجات رطوبة عالية ولاشعة الشمس وما بها من أشعة فوق بنفسجية يساعد كثيراً على تحلل السليولوز ٠٠ وسوف نتناول الكيفية التى يتحلل بها السليولوز بعد مناقشة بقية أسباب تلف الورق .

ثانياً - التعرض المستمر للضوء :

لقد ثبت من بعض الدراسات التى أجريت فى هذا المجال أن السليولوز لا يمتص الضوء المرئى ولهذا السبب يعتقد بعض الدارسين أن السليولوز لا يتأثر بالإشعاعات الضوئية التى تزيد أطوال موجاتها عن ٤٠٠ ملليميكرن، إلا أن لوتر وويلسون (Launer and Wilson) قد أثبتا أن السليولوز يتأثر بالإشعاعات الضوئية التى تتراوح أطوال موجتها ما بين ٣٣٠ ، ٤٤٠ ملليميكرن ، وكذلك أثبت كل من ريشتر وكولر (Richter and Kohler) أن السليولوز يتأثر بالإشعاعات الضوئية التى تتراوح أطوال موجاتها ما بين ٤٠٠ ، ٤٦٠ ملليميكرن ومن ناحية أخرى نجد أن بعض الدارسين ومن بينهم روبرت فيلر (Robert Feller) يرون أن السليولوز نفسه لا يمتص الضوء المرئى ونجدهم يعتقدون أن المواد الرابطة الداخلة فى تركيب الورق مثل الغراء والقلفونية وكذلك المركبات غير السليولوزية مثل اللجنين هى التى تمتص الضوء البنفسجى والأزرق مما يؤدى الى وهن الورق ويجعله أكثر عرضة للتلف بفعل الضوء .

ولما كانت طاقة الضوء تنخفض كلما كبر طول موجة الاشعاعات الضوئية فان معدل التلف يزداد كلما قصر طول الموجة ٠٠ ولقد اثبت معهد المعايرة الامريكى ان نسبة تلف الأنواع قليلة الجودة من الورق بفعل اشعاعات ضوئية طول موجتها ٤٨٠ ملليميكرون الى نسبة تلف نفس الأنواع من الورق بفعل اشعاعات ضوئية طول موجتها ٤٠٠ ملليميكرون تبلغ ١ : ١٠ : ٠

ولقد قام روبرت فيلر بدراسة المعدلات النسبية للتفاعلات الضوء كيميائية مقارنة بأطوال موجات الاشعاعات الضوئية ووجد أنها تزداد بشدة كلما قصر طول الموجة وعلى النحو المبين فى المنحنى الآتى :



التعريض اللازم لاحداث التلف :

لقد أثبت ريشتر (Richter) أن الورق يتعرض لتلف شديد عندما يقع تحت تأثير ضوء الشمس لمدة تتراوح ما بين خمسين ومائة ساعة ٠٠ وهذا يعنى بالقياسات الضوئية أن الورق يتلف بشدة عندما يتعرض لاضاءة شدتها تتراوح من ٤٠٠٠٠٠ الى مليون شمعة/قدم/مربع/ ساعة (Foot Candle hours) وعلى أية حال فاننا نجد أنه من الخطأ تعميم ما انتهى اليه ريشتر على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية أو على معروضات المتاحف وذلك على أساس أن تعريض الورق لأشعة الشمس مباشرة سوف يؤدي الى رفع درجة حرارته ، ونحن نعلم أن الحرارة والرطوبة لهما تأثير كبير على معدل التلف الذي يتعرض له الورق ٠

وبصفة اجمالية اتفقت معظم الدراسات التي أجريت في هذا الصدد على أنه لا يجب أن تزيد شدة الاضاءة عن ١٥٠ لوكس (Lux) بالنسبة للأنواع الجيدة من الورق التي لا تحتوى على أية أصباغ والا تزيد عن ٥٠ لوكس بالنسبة للأنواع غير النقية أو المصبوغة ٠

ومن ناحية أخرى لا يفوتني أن أنوه الى الدراسات القيمة التي قام بها كل من لورنر وويلسون وستلنجز وفان نوسترانده والتي انتهوا فيها الى القول بأن تعريض الورق للضوء يؤدي الى اصابته بالوهن ، الأمر الذي يزيد من معدل التلف الذي يصيبه بفعل عوامل أخرى حتى ولو أبعدهناه بعد ذلك بالتخزين عن دائرة التأثير المباشر للضوء ٠

العوامل الداخلية والخارجية التي تؤثر في تلف الورق بفعل الضوء :

من الثابت الآن أن الأنواع الجيدة من الورق التي تتكون في مجملها من سليولوز نقي لا تتأثر بدرجة كبيرة بفعل الضوء ، أما الأنواع الأخرى فتتفاوت في درجة تأثرها بالضوء حسب طريقة صنعها وحسب المركبات غير السليولوزية الداخلية في تركيبها سواء كانت هذه المركبات موجودة أصلا في المواد الخام المستخدمة في صناعة الورق أو كانت مركبات كيميائية مضافة الى المواد الخام أثناء عملية التصنيع ٠

ولقد ثبت من الدراسات التي قام بها لورنر وويلسون أن قابلية الأنواع المختلفة من الورق للتلف بفعل الضوء تتناقص من الورق المصنوع من الخرق الجديدة (new rags) الى الورق المصنوع من لب الكبريتيت المنقى الى الورق المصنوع من الخرق القديمة الى الورق المصنوع من لب الكبريتيت والصودا (Sola Sulphite pulp) الى ورق الجرائد ٠ وفي

هذا المضمار نجد أن الورق المصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون (ground Wood paper) والذي يحتوى على كمية كبيرة من اللجنين هو أكثر أنواع الورق تأثرا بالضوء .

ومن ناحية أخرى فقد ثبت أن الأوراق المصبوغة تكون أكثر عرضة للتلف من الأوراق الخالية من الأصباغ ، كما أن الأوراق التي تحتوى على مواد رابطة وخاصة القلونية تكون أكثر تأثرا بالضوء من تلك التي لا تحتوى على مثل هذه المواد الرابطة .

وفى هذا المجال فقد أثبت كل من لورنر وويلسون أن وجود أحماض حرة بالورق تزيد من قابليته للتأثر بالضوء ، كما أنهما قد أثبتا أن تهتك أو تكسر الروابط الكيميائية فى جزئ السليلوز بفعل الضوء وخاصة الأشعة فوق البنفسجية القريبة Near ultra violet radiations يتطلب وجود كمية كافية من الأكسجين وبخار الماء .

اصفرار وقصر لون الورق بفعل الضوء :

سبق أن ذكرنا أنه بينما ينتج عن التحلل بالضوء Photolysis الذى يتم بفعل الأشعة فوق البنفسجية Far ultraviolet radiation اصفرار فى لون الورق فإنه ينتج عن الوهن الضوئى الذى يتم بفعل الأشعة فوق البنفسجية القريبة (Near ultra violet radiation) والضوء المرئى قصير الموجة (الأزرق والبنفسجى) قصر للون الورق . والواقع أننا نجد أن كلتا العمليتين تجريان فى نفس الوقت .

ولقد أثبت كل من لورنر وويلسون أنه يحدث اصفرار فى لون الورق أو تهتك فى الروابط الكيميائية فى جزئ السليلوز عندما ترتفع درجة حرارة الورق أثناء تعرضه للضوء بينما يحدث قصر للون الورق بفعل الضوء عند درجات الحرارة المنخفضة أو العادية . وأن النتيجة النهائية تتوقف على كون الورق قد تعرض لفعل الضوء والحرارة أو بفعل الضوء فقط .

وفيما يختص بالورق الذى يحتوى على اللجنين نجد أنه يتعرض لحدوث اصفرار فى لونه عندما يتعرض للضوء حتى ولو حدث هذا عند درجات الحرارة العادية .

وبالنسبة للورق المصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون والذي يحتوى على اللجنين فقد أثبت كل من نولان وفان أكر (Nolan and Van Akker) أنه يتعرض لحدوث قصر للونه عندما يقع تحت تأثير اشعاعات ضوئية طول موجاتها أكثر من ٣٨٥ ملليميكرون بينما يتعرض

لحدوث اصفرار في لونه عندما يقع تحت تأثير اشعاعات ضوئية طول موجاتها أقل من ٣٨٥ ملليميكرون .

ومن ناحية أخرى فقد وجد كل من لونر وويلسون أن الأوراق التي اصفر لونها بفعل الحرارة يمكن أن تجرى لها عملية قصر للون أى تبيض (Bleaching) بتعريضها للضوء ، ولكنهما عادا وأوصيا بعدم الالتجاء الى هذه الطريقة وذلك على أساس ما ثبت لديهما ولدى غيرهما من الباحثين من أن تعريض الورق للضوء يتسبب في اضعاف وتهتك الألياف السليولوزية .

تلف المواد الرابطة بفعل الضوء : (Deterioration of Size)

لقد أثبت كل من هيرتزبيرج وزيريوف (Hertzberg and Zhereboff) أن المواد الرابطة المستخدمة في صناعة الورق تتأثر بفعل الضوء وخاصة الضوء البنفسجي والأزرق والأصفر . أما الضوء الأحمر فقد ثبت لديهما أنه أقل تأثيرا . ومن ناحية أخرى فقد أثبت ريشتر أن القلقونية والنشا أكثر حساسية للتأثر بالضوء من الغراء .

ومن هذا كله نخلص الى القول بأن الأنواع الجيدة من الورق والتي تصنع عادة من السليولوز النقي تعتبر أقل أنواع الورق تأثرا بالضوء وأن وجود اللجنين والقلقونية وغير ذلك من المركبات غير السليولوزية تؤدي جميعها الى الاسراع بتلف الورق بفعل الضوء وأن مكونات الضوء ذات التأثير الكبير على الورق هي الاشعاعات الضوئية قصيرة الموجة وخاصة الأشعة فوق البنفسجية البعيدة وأن تعريض الورق للضوء يؤدي الى اصابته بالوهن الأمر الذي يتسبب في الاسراع بتلفه بفعل عوامل التلف الأخرى وأن معدلات التلف بفعل الضوء تزداد كثيرا عند درجات الحرارة المرتفعة وعند وجود غاز الأكسجين والرطوبة .

ثالثا - التعرض اليومي للهواء وللشوائب الغازية الموجودة في الجو :

تعرض الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية للتلف نتيجة لتعرضها اليومي للهواء بفعل عاملين هما :

١ - الأتربة والمواد الأخرى المعلقة (Aerosols) التي تتناثر في الجو من مداخن المصانع نتيجة للاحتراق غير الكامل للوقود وكذلك جسيمات الأملاح التي تتناثر في أجواء المدن القريبة من البحار .

٢ - أكسيجين الهواء والغازات الحمضية التي تنتج عن احتراق
الوقود والتي توجد عادة كشوائب غازية في أجواء المدن
الصناعية .

وسوف نتناول هذه العوامل بإيجاز وذلك على النحو التالي :

الأتربة والمواد العالقة في الهواء :

تتميز الأوراق القديمة بسطوحها الخشنة المغطاة بالشعيرات الكثيرة
.. ولذلك فانه من السهل جدا التصاق الأتربة والمواد العالقة الأخرى
بهذه السطوح .

وتتكون المواد العالقة من التراب دقيق الحبيبات الذي يتربك عادة
من سليكات الألومنيوم $20\text{ H } 2\text{ SIO } 2\text{ Al}$ والرمل الناعم وكذلك
السناج وحبيبات القار أو الهيدروكربونات الثقيلة في أجواء المدن الصناعية
وكلوريد الصوديوم في أجواء المدن الساحلية .. وتنجذب الأتربة وغيرها
من المواد العالقة الى الورق بواسطة الشعيرات السطحية ثم تتمركز في
المسافات الكائنة بين الألياف وكذلك في المساحات الغائرة والثقوب
الشعرية ، وذلك بمعاونة الغشاء الدهني الذي يغلف معظم الأتربة وغيرها
من المواد العالقة في الهواء .. ولا تتسبب هذه المواد العالقة بسطح الورق
في تشويه مظهره فحسب بل انها أيضا تشجع الكثير من الحشرات
والكائنات الحية الدقيقة على اصابتها .. وبالإضافة الى ذلك فان الأتربة
التي يدخل في تركيبها الكيميائي عناصر معدنية كالحديد تقوم بدور
العوامل المساعدة التي تحول الشوائب الغازية الموجودة في الجو الى
أحماض خاصة في وجود نسبة عالية من الرطوبة .. ولذلك فانه من
الواجب تنظيف الأوراق من هذه الجسيمات العالقة حتى تستعيد مظهرها
النظيف اللائق وحتى لا تتعرض للاصابة بالحشرات أو الكائنات الحية
الدقيقة أو بالحموضة الزائدة .

أكسيجين الهواء والشوائب الغازية الحمضية :

في الظروف العادية لا يؤثر أكسيجين الجو تقريبا على السليولوز
ولكن تأثيره يزداد في الوسط القاعدي وعند درجات الحرارة المرتفعة ..
وقد ثبت أن الأكسيجين يؤكسد السليولوز في وجود الضوء ويتسبب
في اضعافه وطراوته .

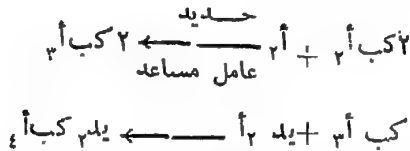
أما بالنسبة لغازات التلوث الجوي فان أكثرها خطورة على الكتب
والمخطوطات والوثائق هو غاز ثاني أكسيد الكبريت اذ أنه يتأكسد الى

حمض الكبريتيك بفعل بخار الماء وأكسجين الهواء الجوى • ويتفاعل حمض الكبريتيك بدوره مع الورق ويضعفه بل يحوله الى مادة هشة يصعب تناولها ••

وبالإضافة الى ذلك فقد ثبت أن عمليات الوهن الضوئى التى تحدث للورق اذا ما تعرض لتأثير الضوء تزداد كثيرا اذا ما زادت حموضة الورق بفعل الشوائب الغازية الحمضية ••

وقد وجد أنه اذا بلغت قيمة الأس الهيدروجينى السالب (PH value) (*) للورق ٤ فان هذه الحموضة تكون كافية لآتلافه بمرور الوقت •

ولما كان الحديد يساعد على سرعة تحول غاز ثانى أكسيد الكبريت الى حمض الكبريتيك طبقا للمعادلة :

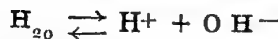


فانه يلاحظ أن الكتب والمخطوطات والوثائق الملاصقة للأجسام المعدنية تتعرض للتلف بسرعة كبيرة جدا كما أن وجود الأتربة لاحتوائها على مركبات معدنية يساعد هو الآخر على سرعة تحول ثانى أكسيد الكبريت الى حمض الكبريتيك ولذلك فان تعرض الكتب والمخطوطات والوثائق لهواء المدن الصناعية فى وجود الأتربة يقضى عليها بسرعة كبيرة جدا الأمر الذى يوجب حفظها فى خزانات مغلقة بعيدا عن التأثير المدمر لهذا الغاز •

* PH Value is the logarithm of the reciprocal of the hydrogen ion concentration $[H^+]$

$[H^+] = \text{Normality (acid concentration)}$

X degree of dissociation.



$$\frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} = K \quad \text{at constant temperature}$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

In neutral solution $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$

أما غاز كبريتيد الهيدروجين (يد ٢ كب) فيبدو أنه لا يؤثر على الورق الا اذا وجد بنسبة كبيرة أو اذا تأكسد الى غاز ثاني أكسيد الكبريت .

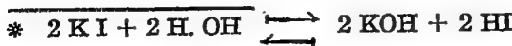
ومن الغازات الأخرى المتلفة غاز الأزون الذى يتكون فى الجو نتيجة لسلسلة من التفاعلات التى تدخل فيها أشعة الشمس والغازات الناتجة عن احتراق البنزين فى السيارات . وهذا الغاز يتكون أيضا بفعل الأشعة فوق البنفسجية على غاز الأكسجين . وربما كان هذا هو السبب فى وجود الأزون بنسبة كبيرة فى طبقات الجو العليا . ومن ناحية أخرى يتكون هذا الغاز بسبب الشرارات الكهربائية والتفريغ الصامت للشحنات الكهربائية . وغاز الأزون من الغازات شديدة الفتك بالسليولوز وغيره من المواد العضوية اذ أنه يؤدى الى أكسدةها . ومن حسن الحظ لم تصبح بعد نسبة تركيز غاز الأزون فى الجو مثيرة للقلق مما لا يستدعى اتخاذ اجراءات وقائية خاصة على أن يمنع بقدر الامكان أى تفريغ كهربى صامت فى المرشحات الالكترو استاتيكية فى أجهزة تكييف الهواء المستخدمة فى المكتبات .

وعلى أية حال فانه يمكن امتصاص هذا الغاز بسهولة بواسطة محلول مائى من يوديد الصوديوم (*) وفى حالة عدم امكانية وجود مرشحات فعالة لامتصاص غاز الأزون من هواء دور الكتب والأرشيف واللوائح التاريخية فانه يمكن استخدام الفحم النباتى المنشط الذى ثبت أنه يمتص غاز الأزون بدرجة لا بأس بها .

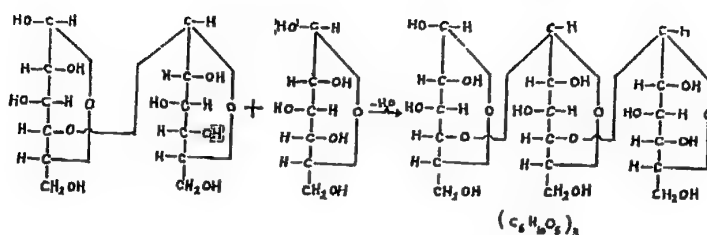
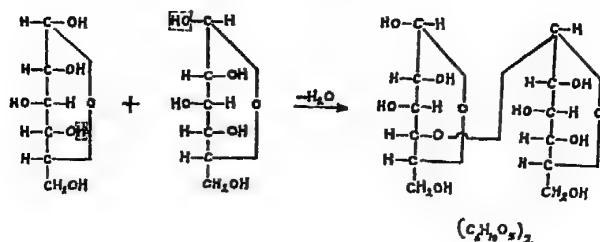
وفى نهاية تناولنا لأهم أسباب تلف الورق بوصفه يتكون أساسا من السليولوز فلعله يكون من المفيد أن نتناول ولو بشيء من الإيجاز كيفية تفاعل المكونات الأساسية للورق مع عوامل التلف السابق الإشارة اليها .

أولا - التحلل المائى للسليولوز :

السليولوز هو أحد المواد الكربوهيدراتية (Carbohydrates) العديدة التسكر ذات الوزن الجزيئى العالى . ولكى تتضح لنا الدفعية التى يتحلل بها السليولوز مائيا لابد لنا أن نعرف أولا كيف تتكون جزيئات السليولوز والثابت أن لجزيئات السليولوز بناء خطيا يتكون من جزيئات

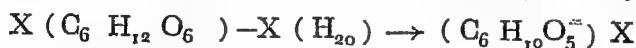


من الجلوكوز التي تتصل ببعضها البعض في المواقع ١ ، ٤ عن طريق
فقد الماء وتمثل اتصال جزيئات الجلوكوز عادة على النحو التالي :

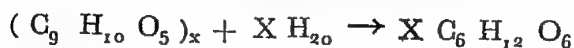


ويتكرر العملية السابقة تتكون سلاسل السيلولوز ذات الوزن
الجزيئي العالي التي يرمز لها عادة بالرمز الكيميائي $(C_6H_{10}O_5)_x$
حيث أن (x) هو عدد جزيئات الجلوكوز الداخلة في تركيب سلاسل
السيلولوز .

وبصورة اجمالية يمكن تلخيص التفاعلات التي تتم بين جزيئات
الجلوكوز والتي تنتهى بتكوين جزيئات من السيلولوز بالمعادلة الآتية :



ويتحلل السيلولوز وكذلك النشا مائيا بتأثير محاليل الأحماض
ليعطى D - جلوكوز طبقا للمعادلة الآتية :



وتعبر هذه المعادلة عن النتيجة النهائية للتحلل المائي للسيلولوز
أما من الناحية الواقعية فان تحلل السيلولوز يحدث بالتدريج وتتكون مواد
أبسط فأبسط . . ونجد أن التحلل المائي يؤدي أولا الى نقص في طول
سلاسل السيلولوز ثم تتكون مواد كربوهيدراتية عديدة التسكر ذات وزن
جزيئي منخفض أو أوليجوسكاريدات (Oligosaccharides) وفي المراحل
الأخيرة يتكون D - جلوكوز (D - glucose) .

ويحتفظ السليولوز فى المراحل الأولية للتحلل المائى بالتركيب البنائى الأساسى للألياف (Original fibrous form) وباستمرار التحلل نلاحظ حدوث نقص واضح فى الخواص الفيزيوميكانيكية للألياف وفى درجة اللزوجة ، كما نلاحظ حدوث زيادة كبيرة فى محتوى الورق من المجموعات المختزلة (Reducing groups) وأيضا زيادة كبيرة فى قابلية السليولوز للذوبان فى المحاليل القلوية ٠٠ وفى المراحل المتقدمة للتحلل المائى للسليولوز يتحول الورق الى أجسام هشة وربما يفقد تماسكه تماما ويتحول الى نوع من البودرة ٠

ويعتمد معدل التحلل المائى للسليولوز على درجة تركيز المحاليل المائية للأحماض وأيضا على درجة الحرارة وعلى طبيعة جزيئات الجلوكوز الداخلة فى تركيب سلاسل السليولوز وكذلك على نمط الروابط التى تربط بها وهل هى من النوع ألفا أو بيتا ٠

ويتحول السليولوز فى فترة وجيزة بتأثير حمض الكبريتيك المركز الى الأميلويد الذى يزرق لونه باليود ٠٠ وغالبا ما يستخدم هذا التفاعل للكشف عن السليولوز ٠٠ ويستخدم فى هذا الكشف أما محلول اليود ويوديد البوتاسيوم فى محلول مشبع من كلوريد الخارصين واما محلول من حمض الكبريتيك واليود ٠

ويتم تحليل السليولوز أيضا بتأثير الكائنات الحية الدقيقة التى تفرز نوعا خاصا من الانزيمات (Specifically evolved exoenzymes) التى تكسر جزيئات السليولوز الكبيرة وتحولها الى جزيئات من مركبات كربوهيدراتية أبسط تستطيع الكائنات الدقيقة هضمها وتمثيلها غذائيا ٠

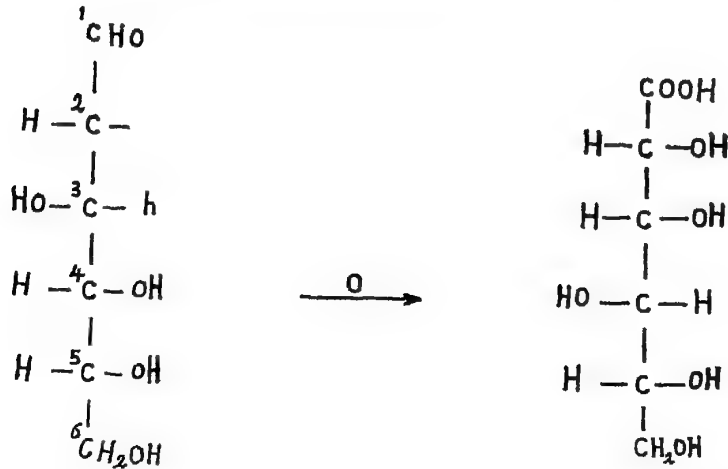
ثانيا - تأثير القلويات على السليولوز :

يتحلل السليولوز بسهولة نسبية بفعل الأحماض ولكنه ثابت تماما بالنسبة لتأثير القلويات الا أن السليولوز ينتفخ بشدة بتأثير المحاليل الباردة للقلويات الكاوية ونجد أنه يمتص القلوى من المحلول ليعطى مركبا كيميائيا يطلق عليه اسم السيلولوز القلوى (Alkali Cellulose) ويتحلل السليولوز القلوى بالماء بسهولة ليعطى هيدرات السليولوز ٠٠ ولا تختلف هيدرات السليولوز من ناحية المكونات الكيميائية عن السليولوز الأصيل ولكنها أقل ثباتا بالنسبة للمؤثرات الكيميائية ٠

ثالثا - قابلية السليولوز للتأكسد :

يتأكسد السليولوز تدريجيا بفعل العوامل المؤكسدة المختلفة (الكلور الرطب وأكاسيده وفوق أكسيد الهيدروجين ، وبرمنجنات البوتاسيوم .. وكلها مواد تستخدم فى عمليات تبييض الورق) مكونا مختلف أنواع الأكسى سليولوزات .. والأكسى سليولوز عبارة عن خليط من السليولوز غير المتغير ونواتج أكسدته .. وهو يحتوى على مواد ذات مجموعات الديهيدرية وكربوكسيلية ويختزل الأكسى سليولوز محلول فهلنج ويتلون بحمض الفوكسين كبريتوز بلون قرمزي وغالبا ما يذوب فى القلويات .

وفى المراحل الأولية المحدودة لأكسدة السليولوز تتحول المجموعات الهيدروكسيلية الكحولية (Alcoholic hydroxyl groups) فى المواقع ٢ ، ٣ ، ٦ فى جزئ السليولوز الى مجموعات كربونية (Carbonyl groups) ومن المحتمل أن تتأكسد أيضا المجموعة الألدهيدية الموجودة عند ذرة الكربون رقم ٦ (C₆) الى مجموعة كربوكسيلية (Carboxyl group) ومن ناحية أخرى قد تتكون مجموعة كربونيلية كيتونية (Ketonic carbonyl group) عند ذرة الكربون رقم ٢ (C2) أو عند ذرة الكربون رقم ٣ (C3) أو عند كل منهما .. أما المجموعة الألدهيدية (Aldehydic group) الموجودة عند ذرة الكربون رقم ١ (C1) فقد تتأكسد الى مجموعة كربوكسيلية (Glutonic acid lactone) .



D - جلوكوز

حمض D جلوتونيك

وفى حالة حدوث عملية التأكسد بحيث تؤدي الى كسر الرابطة التي تربط بين ذرتي الكربون ٢ ، ٣ فانها تؤدي الى تكون مجموعات الديهيدية فى هذه المواقع ٠٠ وباستمرار عملية التأكسد فان واحدة من هاتين المجموعتين أو كلاهما قد تتأكسد الى مجموعة كربوكسيلية ٠

واذا ما أدت عملية الأكسدة الى كسر السلسلة الكربونية (Carbon Chain) بين ذرة الكربون رقم واحد (C1) وذرة الكربون رقم ٢ C₂ فانه تتكون مجموعة استركوبوكسيلية (Carboxylic ester) عند ذرة الكربون رقم واحد (C1) بينما تتكون مجموعة الديهيدية أو كربوكسيلية عند ذرة الكربون رقم ٢ (C2) ٠

وفى حالة ما اذا ترتب على عملية الأكسدة فتح حلقة بيران (Pyran ring) التي تربط بين ذرة الكربون رقم واحد (C1) وذرة الكربون رقم ٥ (C5) فى جزئ الجلوكوز فانه ينتج عنها تكون مجموعة استركوبوكسيلية عند ذرة الكربون رقم ١

رابعاً - التحلل المائي لللجنين :

اللجنين هو المادة الرابطة الأساسية فى الخشب ويعتبر احدى المواد الأساسية المقلدة للسليولوز ٠٠ ويتركب اللجنين من الكربون والهيدروجين والأكسجين بحيث تكون نسبة الكربون المثوية أكبر منها فى السليولوز ٠٠ ولم يحدد بعد تركيب اللجنين وان كان يوجد به كمية كبيرة من مجموعات الميثوكسيل (Methoxyl group-OCH₃) الأمر الذى يسبب تكون الكحول الميثيلي عند التقطير الاتلافى للخشب ٠

واللجنين أقل ثباتاً للمؤثرات الكيميائية بالمقارنة مع السليولوز ٠٠ وفى صناعة الورق من لب الخشب يمكن ازالة اللجنين بتسخين مسحوق الخشب مع مجلول مخفف من هيدروكسيد الصوديوم الذى يتفاعل مع اللجنين ويحله مائياً فيتحول الى الفانيليا ٠

وعلى ذلك يمكن القول بأن خطورة اللجنين تتركز أساساً فى الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون والتي شاع استعمالها قبل اكتشاف لب الخشب الكيميائى ٠

الأسس العلمية لعلاج وترميم وصيانة الجلد والرق

لم تعد هناك حاجة الى تكرار الحديث عن العوامل التى تتحكم فى تلف مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ، ومن بينها المقتنيات المصنوعة من الجلد والرق ٠٠ ولعله من الأوفق أو الأجدى أن نفرّد هذا الفصل من الكتاب للحديث عن الخواص الكيميائية والطبيعية للجلود سواء كانت على هيئة جلود مدبوغة أو على هيئة رق ، وذلك لأننا نرى أن معرفة الخواص الكيميائية والطبيعية للجلود والكيفية التى تتفاعل بها هى الأساس العلمى لعلاجها وترميمها وصيانتها .

وقبل الاستطراد فى الحديث عن الخواص الكيميائية والطبيعية لبروتين الجلد والتغيرات الكيميائية التى تحدث له أثناء عمليات الدباغة أود أن أشير الى عدة أمور هامة يرتبط بها التلف الذى يصيب المقتنيات المصنوعة من الجلود على اختلاف أنواعها ، وهذه الأمور هى :

١ - أن تعرض المقتنيات المصنوعة من الجلود للرطوبة ، حتى ولو كانت بنسب صغيرة - يؤدى بها الى أن تتحول مع مرور الزمن الى كتل سوداء اللون قطرائية المظهر .

٢ - ان الجلود المدبوغة بالمواد الدابغة النباتية تكون عرضة للاصابة بنوع خطر من التحلل الكيميائى يطلق عليه اسم العطن الأحمر (Red rot) وقد ثبت أن هذا العطن يصيب الجلود عندما تتلوث بحمض الكبريتيك الذى ينتج من غاز ثانى أكسيد الكبريت الذى يوجد عادة فى أجواء المدن

الصناعية نتيجة لاحتراق الوقود بفعل الرطوبة وبمساعدة الشوائب المعدنية كالأتربة وغيرها .

٣ - الرق بجميع أنواعه قاعدى الخواص ، ولقد هيات له طبيعته القاعدية الوقاية ضد الاصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة التى تعيش فى الأجواء الحمضية . وعلى الرغم من أن طبيعة الرق القاعدية تعرضه فى نفس الوقت لبعض الأضرار التى من أهمها اصفرار لونه اذا تناولته أيادى كثيرة أو اذا تعرض للأتربة التى تحتوى عادة على الحديد الذى لا يلبث أن يتحول الى هيدروكسيد الحديد مسببا هذا اللون الأصفر .

ويعتبر الرق أحد المواد الممتصة (Hydroscopic) ولذلك فانه عندما يتعرض لكمية كبيرة من الرطوبة مدة طويلة من الزمن يتحول الى ما يسمى بالجيلاتين . والرق فى الحالات العادية له قدرة كبيرة على التوازن مع الجو المحيط به بامتصاص أو اعطاء الرطوبة . وقد ثبت بالتجربة أن الرق يحتوى على الماء بنسبة ١٠٪ من وزنه عندما يوجد فى جو رطوبته النسبية ٤٠ ٪ ، أما فى حالة وجوده فى جو رطوبته النسبية ٨٠ ٪ فانه يتعادل مع هذا الجو وتصبح نسبة الماء به ٣٠ ٪ على الأقل .

٤ - ان قابلية المواد البروتينية للاصابة بالحقشات أكثر من قابليتها للاصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

الخواص الكيميائية والطبيعية لبروتين الجلود :

تتكون الغالبية العظمى من البروتينات من خمسة عناصر هى : الكربون والأكسجين والهيدروجين والنيتروجين والكبريت . وتحتوى بعض المواد البروتينية الهامة للغاية على الفوسفور علاوة على العناصر السابقة :

وتتراوح نسبة احتواء البروتينات على هذه العناصر بين الحدود الآتية :

الكربون	٥٠ - ٥٥ ٪	الأكسجين	١٩ - ٢٤ ٪
الهيدروجين	٦٦ - ٧٣ ٪	الكبريت	٠٢ - ٢٤ ٪
النيتروجين	٥ - ١٨ ٪		

وثمة بروتينات تصل نسبة الكبريت فيها الى ٥ ٪ .

والبروتينات مركبات غير متطايرة ذات وزن جزيئى عال وهى لا تذوب فى المذيبات العادية . وتعطى البروتينات التى تذوب فى الماء محاليل

غروانية ٠٠ وتتفحم البروتينات عند حرقها وتلاحظ عند ذلك الرائحة المميزة الناتجة عند حرق القرون .

وتستخدم عادة الاختبارات اللونية للكشف عن البروتينات :

١ - اختبار الزانثوبروتين :

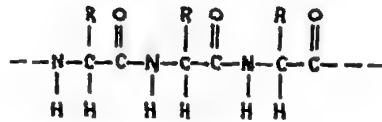
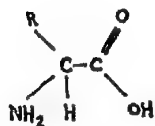
يعطى البروتين مع حمض النيتريك المركز لونا أصفر ٠٠ والبقع الصفراء التي تتكون على الجلد الأدمى أثناء الإهمال فى استعمال حمض النيتريك المركز هى نتيجة اختبار الزانثوبروتين مع بروتينات الجلد .

٢ - اختبار بيوريت :

عند اضافة هيدروكسيد الصوديوم وبضع قطرات من محلول كبريتات النحاس المخفف الى محلول البروتين يظهر على الفور لون بنفسجى ٠٠ وغالبا ما يستخدم هذا التفاعل للكشف الكيفى عن البروتينات .

البروتينات والأحماض الأمينية :

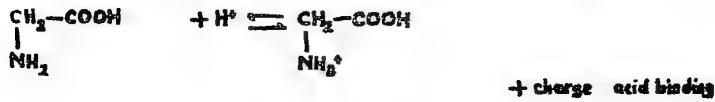
تتكون جميع البروتينات من سلاسل طويلة من الأحماض الأمينية على النحو التالى :



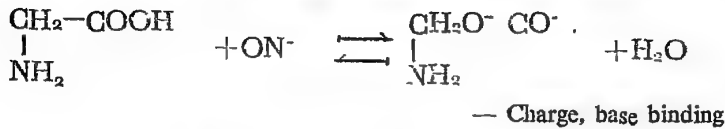
وفى العمليات الحيوية المعقدة نجد أن تتابع الأحماض الأمينية ليس عشوائيا بل يسير وفق نظام محدد ٠٠٠ وبالرغم من أن النظام الذى تتتابع به الأحماض الأمينية يعتمد الى حد ما على السلوك الكيميائى للبروتينات الا أن الخواص الطبيعية للأحماض الأمينية هى التى تتحكم فى الخواص الكيميائية للبروتينات .

وسوف نتخذ من السلوك الكيميائى لأبسط الأحماض الأمينية وهو الجليسين (Glycine) وسيلة لفهم السلوك الكيميائى للبروتينات والأحماض الأمينية ٠٠ ويحتوى حمض الجليسين على مجموعة حمضية (Acid group) كما أنه يحتوى على مجموعة قاعدية (basic group) ولهذا فانه يحدث كلا من التفاعلات الحمضية والتفاعلات القاعدية ٠٠ أى أنه أمفوترى الخواص ٠٠ وذلك على النحو التالى :

(أ) سلوك حمض الجليسين في المحاليل الحمضية : Glycine in acids :



(ب) سلوك حمض الجليسين في المحاليل القاعدية :



(ج) سلوك حمض الجليسين في المحاليل المتعادلة (تقريبا) :



واذا ما وجد الجليسين في سلسلة البروتين (Protein chain) فسوف نجد أن المجموعتين الحمضية والقاعدية .. أى المجموعتين الكربوكسيلية والأمينية .. سوف تكونان مقيدتين في التركيب البنائي للبروتين .. وتحت هذه الظروف فإن المجموعتين الكربوكسيلية والأمينية لا يمكن أن تأخذا دورا في التفاعلات الحمضية القاعدية للبروتين .. وعلى هذا فإن الخواص الأمفوتيرية أى التفاعلات الحمضية القاعدية (Acid base reactions) للبروتين سوف ترجع أساسا للمجموعات الحمضية والقاعدية الحرة بالشق الهيدروكربوني (Kikyl radical "R") الموجود في الأحماض الأمينية .

والواقع أن طبيعة الأحماض الأمينية تختلف اختلافا واسعا تبعا لنوعية المجموعات الكيميائية المتصلة بذرة الكربون ألفا (alpha-Carbon atom) في جزيء الحمض الأميني .

ويوجد في الطبيعة بحوالى ثمانون حمضا أمينيا ، إلا أن الأحماض الأمينية ذات الأهمية الكبيرة والتي تعتبر المكونات الكيميائية الأساسية للمواد البروتينية تبلغ حوالى العشرين حمضا .. وهذه الأحماض العشرون تقسم بصفة عامة الى أربعة أقسام هي :

١ - الأحماض الأمينية عديدة الأقطاب .

Non Polar Amino Acids

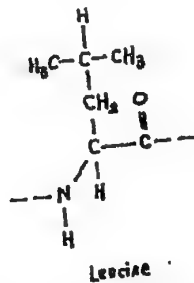
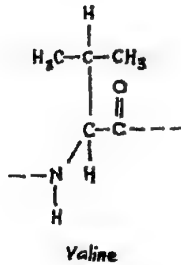
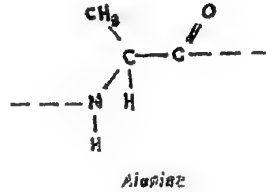
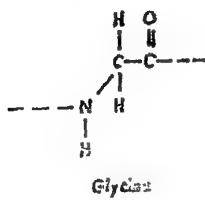
٢ - الأحماض الأمينية الحمضية . Acidic Amino Acids

٣ - الأحماض الأمينية القاعدية . Basic Amino Acids

٤ - أحماض أمينية أخرى . Other Amino Acids

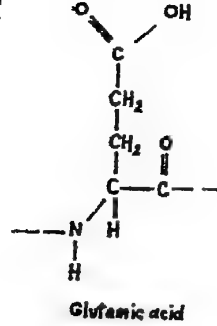
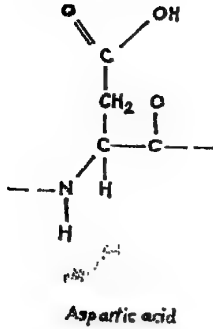
تركيب البروتينات : Structure of Proteins

تختلف الأحماض الأمينية بعضها عن البعض الآخر تبعاً لطبيعة المجموعات الكيميائية المتصلة بذرة الكربون ألفا α -Carbon atom في جزيء الحمض الأميني . وهذه المجموعات يطلق عليها اسم السلاسل الجانبية (Side chains) وفي حالة ما إذا كانت هذه السلاسل الجانبية تتكون من مجموعات لا تحتوى على أقطاب (No Polar groups) فان الأحماض الأمينية تعرف في هذه الحالة باسم الأحماض الأمينية الخالية من الأقطاب (Non Polar Amino Acids) مثال ذلك :



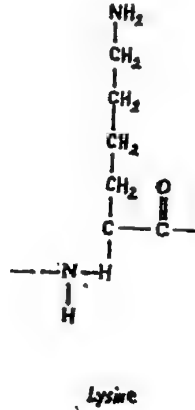
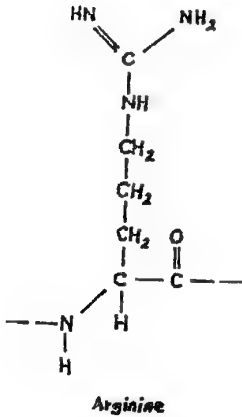
وإذا كانت الأحماض الأمينية تحتوى على سلاسل جانبية تتكون من مجموعات كربوكسيلية طليقة (Free carboxyl groups) أو مجموعات هيدروكسيلية طليقة Free hydroxyl group فانها تعرف في هذه الحالة باسم الأحماض الأمينية الحمضية (Acidic Amino acids)

مثال ذلك :



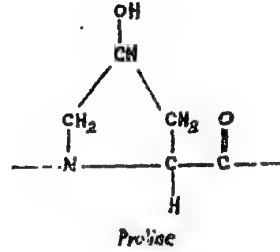
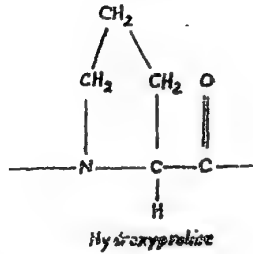
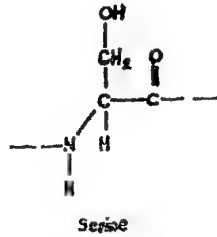
وفى حالة ما اذا كانت الأحماض الأمينية تحتوى على سلاسل جانبية تتكون من مجموعات أمينية أو مجموعات أخرى تحتوى على النيتروجين ، فانها تتفاعل كما لو كانت قواعد ولهذا يطلق عليها اسم الأحماض الأمينية القاعدية (Basic Amino Acids) .

مثال ذلك :



وبالنسبة للأحماض الأمينية المتعادلة مثل حمض الجليسين وغيره فانها لا تخرج عن كونها أحماضا أمينية لا تحتوى على مجموعات كربوكسيلية طليقة أو على مجموعات أمينية طليقة . وهذا يعنى أن المجموعات الكيميائية المتصلة بذرة الكون ألفا (alpha-Carbon atom) تكون من النوع الهيدروكربوني (Hydrocarbon type) الذى لا يحتوى على أية مجموعات نشطة كيميائيا .

وبالإضافة الى الأقسام الثلاثة السابقة فانه توجد بعض الأحماض الأمينية التي يتميز كل منها بخواص كيميائية محددة .. وهذه الأحماض هي التي تعطى للبروتينات التي تحتويها خواصا كيميائية معينة .. ولتفرد هذه الأحماض بخواص كيميائية تميزها عن الأنواع التي سبق ذكرها من الأحماض فانها توضع عادة في قسم خاص بها يطلق عليه اسم « أحماض أمينية أخرى » (Other Amino-Acids) .



ومن حيث العلاقات الحمضية القاعدية (Acid base relationship) نجد أن البروتينات تتصرف كالأحماض الأمينية .. وطالما أن البروتينات تحتوى على كل من الأحماض الأمينية الحمضية والأحماض الأمينية القاعدية فانها سوف تحتوى على كل من المجموعات الحمضية والمجموعات القاعدية القابلة للتأين (Ionizable acidic and basic groups) ونجد أن هذه المجموعات تتأين وتربط الأحماض والقواعد طبقا لحالة الأس الهيدروجيني السالب (PH Conditions) وتتغير الشحنة الكهربائية الموجودة على جزءى الحمض الأميني طبقا لطبيعة الوسط الذي توجد فيه ، ونجد أنها تكون شحنة موجبة فى الوسط الحمضى وسالبة فى الوسط القاعدى ، أما فى الوسط المتعادل فانها تكون متعادلة وذلك نتيجة للتوازن المتبادل بين الشحنات الموجبة التى توجد فى الوسط الحمضى والشحنات السالبة التى توجد فى الوسط القاعدى .

وفى حالة البروتينات قد يوجد عدد كبير من المجموعات الحمضية والمجموعات القاعدية ، ونجد أن كل نوع من هذه المجموعات يتصرف أو يعمل مستقلا عن النوع الآخر ، الا أنه يحدث عند بعض قيم الأس الهيدروجينى PH Value أن تتوازن عدد المجموعات الحمضية المتأينة مع عدد المجموعات القاعدية المتأينة . وفى هذه الحالة يقال أن البروتين قد أصبح عند نقطة التعادل الكهربى (Isoelectric point) .

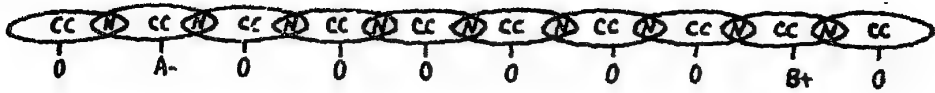
ويهمنا أن نشير هنا الى أن معظم النشاط الكيميائى للجلود يرجع بصفة أساسية الى الخواص الحمضية والقاعدية للبروتينات التى تحتويها والى التغيرات التى تحدث فى الشحنات الكهربائية الموجودة على البروتين .

التقسيمات النوعية للبروتينات : Classification of proteins

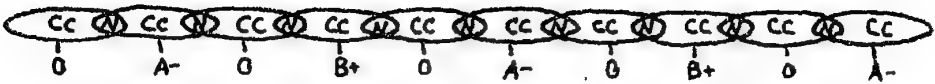
تتوقف الخواص الكيميائية والطبيعية للبروتينات على التركيب الكيميائى للأحماض الأمينية الداخلة فى تركيبها . ويوضح الجدول الآتى محتوى البروتينات من الأحماض الأمينية :

البروتينات				الأحماض الأمينية معبرا عنها بالنسبة المئوية
الزلال Albumin	الكيراتين Keratin	اللاستين Elastin	الكولاجين Collagen	
٢	٥	٢٢	٢٠	الأحماض الأمينية عديمة الأقطاب :
٦	٣	١٥	٨	Glycine حمض الجليسين
٦	٥	١٢	٣	Alanine حمض الألانين
١٢	٧	١٠	٥	Valine حمض الفالين
٩	٧	١٥	٤	Leucine حمض الليوسين
				أحماض أخرى
٣٥	٢٧	٧٤	٤٠	المجموع
				الأحماض الأمينية الحمضية :
١١	٧	٥٠	٦	Aspartic حمض الأسبارتيك
١٧	١٥	٢٥	١٠	Glutamic حمض الجلوتاميك
٢٨	٢٢	٣	١٦	المجموع
				الأحماض الأمينية القاعدية :
٦	١٠	١	٨	Arginine حمض الأرجينين
١٣	٣	٥	٤	Lysine حمض الليسين
٤	١	٥	٢	أحماض أخرى
٢٣	٢٤	٢	١٤	المجموع
				أحماض أمينية أخرى :
٤	٨	١	٢	Serine حمض السيرين
—	١٤	—	—	Cystine حمض السيستين
٥	٦	١٥	٢٥	Proline حمض البرولين
٥	٩	٥	٣	Hydroxy prolin حمض الهيدروكسي بولين
				أحماض أخرى
١٤	٣٧	٢١	٣٠	المجموع

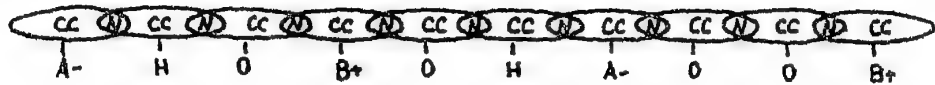
ELASTIN



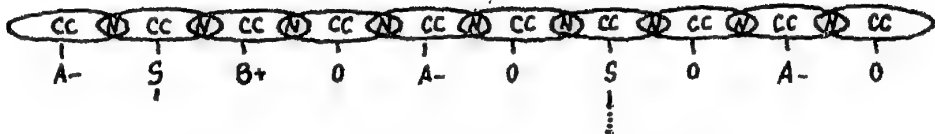
ALBUMIN



COLLAGEN



KERATIN



رسم يمثل محتوى البروتينات من الأحماض الأمينية

(١) الاستين (Elastin) : يحتوي على القليل من الأحماض الأمينية الحمضية (ممثلة بالحرف A) كما أنه يحتوي على القليل من الأحماض الأمينية القاعدية (ممثلة بالحرف B) ومن ناحية أخرى يوجد به الكثير من الأحماض (O) ومن ناحية أخرى يوجد به الكثير من الأحماض المتعادلة ممثلة بالعلامة (●) أما الاتزان بين المجموعات الحمضية والقاعدية فيوجد في الأحماض الأخرى (ممثلة بالحرف O) .

(٢) الزلال : Albumin : يحتوي على الكثير من الأحماض الأمينية الحمضية (ممثلة بالحرف A) ولذلك نجد أنه نشط كيميائياً ، الأمر الذي يكسبه خاصية الذوبان في الماء .

(٣) الكولاجين Collagen : ويعرف باسم بروتين الجلد .. ويحتوي على أحماض أمينية حمضية وأحماض أمينية قاعدية بنسبة وجددهما في الالاستين وأقل من نسبة وجددهما في الزلال .. ويتميز باحتوائه على حمض الهيدروكسي بروبين Hydroxy proline (ممثل بالحرف H) .

(٤) الكيراتين : Keratin : ويعرف باسم بروتين الشعر .. يتميز بوجود حمض السيستين الذي يدعم ألياف الشعر . (Agter Thorstensen)

وسوف نتناول فيما يلي بشيء من التفصيل بعض الأنواع التي تعيننا من البروتينات وذلك على النحو التالي :

أولا - المواد الزلالية :

المواد الزلالية واحدة من البروتينات التي تذوب في الماء وتتميز باحتوائها على نسبة عالية من الأحماض الأمينية الحمضية والأحماض الأمينية القاعدية . وللمواد الزلالية قابلية كبيرة للتأين في مدى واسع من قيم الأس الهيدروجيني السالب P H Value و يترتب على هذه الخاصية أن أيونات الأحماض الأمينية في الزلال تنجذب أو تتنافر الكيروستاتيكا الأمر الذي يعطى جزيئات المواد الزلالية امكانية التكور أو الانثناء على نفسها مكونة كريات تعرف باسم الكريات الجزيئية (Molecular globules) ولهذا السبب يطلق على المواد الزلالية اسم البروتينات الكرية (Glcbular proteins)

وإذا ما أضيف الى المواد الزلالية الكرية محلول ملحي نسبة تركيزه ١٠ ٪ فإن الملح سوف يكون كبارى كهروكيميائية (Electro chemical bridges) تربط بين جزيئات البروتين المتجاورة مما ينتج عنه ترسب البروتينات الكرية . ومن ناحية أخرى وفي حالة ما إذا كانت نسبة تركيز المحلول الملحي أقل من ١٠ ٪ (من ٥ - ١٠ ٪) فسوف نجد أن المحلول الملحي بهذا التركيز سوف يتسبب في ذوبان البروتينات الزلالية .

وعندما ترتفع درجة حرارة محاليل المواد الزلالية الى الدرجة التي تكفي لاعطاء جزيئاتها طاقة تكفي للتغلب على قوة التنافر الالكتروستاتيكية بين أيونات الأحماض الأمينية وبحيث تكفي لاتصال جزيئات المواد الزلالية المتقاربة ، فانه يحدث في هذه الحالة ارتباط بين الجزيئات cross linking يؤدي الى تكون جزئي كبير جدا من الزلال . وهذا هو ما يحدث لزلال البيض بالتسخين .

ثانيا - الالاستين :

الالاستين واحد من البروتينات التي تحتوى على عدد قليل جدا من الأحماض الأمينية الحمضية (Acidic Amino Acids) والأحماض الأمينية القاعدية (Basic Amino acids) . ويختلف الالاستين عن الزلال في هذه الخاصية وفي أنه خامل كيميائيا خمولا ملحوظا . وللتدليل على خمول الالاستين من الناحية الكيميائية خذ قطعة من الجلد الحديث الدبغ وضعها في قارورة وأضف إليها محلول عشر عيارى من حمض

الهيدروكلوريك وقم بغليها بعد تثبيت مكثف على القارورة ثم افحصها
فحصا ميكروسكوبيا بعد ذلك وسوف تلاحظ انهيار التركيب البنائي
للجلد بينما يظل التركيب الشبكي للالاستين سليما وقويا .

والحرير لكونه يحتوى على أحماض أمينية تتشابه الى حد ما مع
الأحماض الأمينية الموجودة فى الالاستين فانهما يتشابهان فى كثير من
الصفات الكيميائية ، وخاصة فى خمولهما الكيميائي ولهذا نجد أن ألياف
الحرير لا تلتصق ببعضها البعض حتى بالتسخين الهين ، كما أنها لا تحتاج
الى عمليات تثبيت كيميائي أو عمليات دباغة للحيلولة دون تلفها .

ثالثا - الكولاجين :

يحتوى الكولاجين على كل من الأحماض الأمينية الحمضية والأحماض
الأمينية القاعدية كما أنه يحتوى أيضا على الأحماض الأمينية الخالية من
الأقطاب (Non Polar Amino acids) وبالإضافة الى ذلك فانه يحتوى
على نسبة عالية الى حد ما من أحماض البرولين والهيدروكسى برولين .

وحسب محتوى الكولاجين من الأحماض الأمينية ، ومن وجهة نظر
النشاط الكيميائي (Chemical reactivity) فان الكولاجين يقع فى مكان
وسط بين الالاستين والبروتينات الكرية ، فالكولاجين لا يذوب فى المحاليل
المتعادلة ، كما أنه لا يذوب فى المحاليل المائية الا اذا كان قد تعرض للحرارة
أو تعرض للتخلل البكتريولوجى (Bacterial degradation) ومن ناحية
أخرى فان الكولاجين يختلف عن الالاستين فى درجة الخمول الكيميائي
اذ نجد أن الكولاجين يذوب فى محاليل الأحماض القوية كما أنه يذوب
أيضا فى محاليل القلويات القوية وعلى هذا الأساس فقد أصبح من الممكن
فصل مكونات الجلد من الكولاجين والالاستين والزال وذلك عن طريق
اختيار التركيز المناسب من المحاليل الملحية والحمضية لاذابة كل من هذه
المكونات . وما لا شك فان جميع هذه العوامل لها أهمية قصوى فى
عمليات تصنيع الجلود المدبوغة .

والواقع أن عدد الأحماض الأمينية المكونة للبروتين تتوقف على طبيعة
البروتين ذاته . ولقد أثبتت القياسات أن الوزن الجزيئى للبروتين
يتراوح ما بين ١٠٠٠٠٠ ، ٢٠٠٠٠٠ أو أكثر أما فى حالة كولاجين الجلد
فقد ثبت أن أصغر وزن جزيئى له يكون فى حدود ٤٠٠٠٠٠ . وهذا
يشير الى أن عدد الأحماض الأمينية فى الجزيء الواحد من الكولاجين يتراوح
من ٥٠٠ الى ١٠٠٠ حمض أمينى .

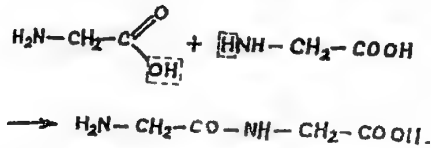
ومن الأمور الملفتة للنظر أن هذا العدد الكبير من الأحماض الأمينية

يتخذ نظاما خاصا ونمطا محددا في جزيء الكولاجين . . وحقيقة الأمر أن مقدرة الخلية الحية على ترتيب الأحماض الأمينية بهذا النظام المحدد يعتبر سرا مغلقا من أسرار الحياة .

البناء الكيميائي للبروتينات : Chemical Structure of Proteins

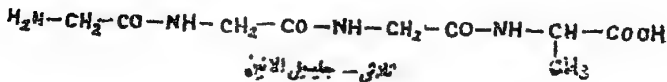
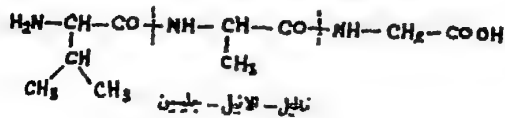
تتفكك المواد البروتينية عند تحليلها بالماء لتعطي في النهاية أحماضا أمينية من النوع ألفا - أمينو (alpha amino) . وإذا كان البروتين يحتوي على أحماض ألفا - أمينو مختلفة فانه في هذه الحالة ينتمي الى ما يسمى بالبروتينات البسيطة ، الا أن هناك أيضا بروتينات تنتمي الى طوائف أخرى من المركبات العضوية وغير العضوية تعرف باسم البروتينات المعقدة . . فما هي اذن الأشكال الأساسية لرابطة الأحماض الأمينية في جزيء البروتين المعقد ؟

لقد افترض أ . دانيليفسكى في عام ١٨٩١ أنها عبارة عن روابط أمينية مكونة بواسطة كربوكسيل جزيء حمض أميني ومجموعة أمينو جزيء حمض أميني آخر على النحو التالي :



ويطلق على مثل هذه الروابط اسم « الروابط الببتيدية » . . ويمكن أن تتحد بنفس الطريقة ٢ ، ٣ ، ٤ . . الخ متبقيات أحماض ألفا - أمينو متشابهة أو مختلفة وذلك على هيئة ثنائي - ببتيد أو ثلاثي ببتيد أو رباعي ببتيد - الخ ويطلق على مثل هذه المركبات اسم عديله - الببتيد (Poly Peptide)

ولقد برهن هوفميستر وفيشر في عام ١٩٠٢ على صحة هذا الفرض . . ومن أمثلة المركبات التي تحتوى على روابط ببتيدية ما يلى :



وغيرهما من المركبات .

ويلاحظ أنه توجد في أحد طرفي سلسلة عديده - الببتيد مجموعة أمينو طليقة وفي الطرف الآخر مجموعة كربوكسيل طليقة .

ومن الأمور الهامة التي يجب أن نلتفت إليها أنه توجد أيضا من بين الأحماض الأمينية الداخلة في تركيب البروتينات الطبيعية أحماض أحادية - الأمينو ثنائية الكربوكسيل وأحماض ثنائية الأمينو أحادية - الكربوكسيل . وإذا احتوى البروتين على كمية زائدة من الأحماض الأولى فإن ذلك يؤدي إلى زيادة خواصه الحمضية ، أما البروتينات ذات الخواص القاعدية فتحتوي على كمية زائدة من الأحماض الثنائية - الأمينو .

البناء الطبيعي للبروتينات : Physical Structure of Proteins...

وبالإضافة إلى البناء الكيميائي للبروتينات فإنه يدور سؤال هام حول كيفية الترتيب الطبيعي (Physical orientation) للأحماض الأمينية بالنسبة لبعضها البعض في سلسلة البروتين . أي البناء البللوري للبروتينات .

ولقد أمكن بواسطة الدراسات التي أجريت باستخدام الأشعة السينية تعيين المسافة التي تفصل بين الذرات في جزيء الأحماض الأمينية، كما أمكن عن طريق دراسات أخرى متعمقة باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني وأسلوب حيود الأشعة السينية تعيين أبعاد البناء البللوري للأحماض الأمينية في السلاسل عديدة - الببتيد والسلاسل البروتينية بدقة كبيرة .

ولقد ثبت عن طريق هذه الدراسات أن جزيء البروتين يتكون من سلسلة حلزونية (Spiral chain) من الأحماض الأمينية .

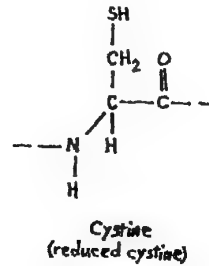
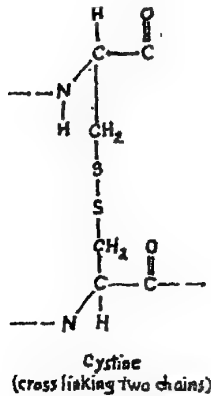
وقد استخدمت أبعاد المسافات البينية بين ذرات الأحماض الأمينية في عمل نماذج للبناء البللوري للبروتينات . ومن هذه النماذج يتضح أن كل نوع من أنواع البروتينات يوجد على هيئة ملف حلزوني متصل به من الخارج المجموعات الهيدروكربونية ("R Alkyl groups") على هيئة أهداب . ومجمل القول أن التركيب البنائي لكل نوع من البروتين يتخذ شكل « سوستة تنجيد مراتب الأسرة (Bar-bed Wire type Structure)

وفي هذا التركيب البنائي تكون المجموعات الكربوكسيلية والمجموعات الأمينية الخاصة بالأحماض الأمينية متجهة إلى الخارج .

ويترتب على قابلية هذه المجموعات الكربوكسيلية والأمينية وغيرها من المجموعات النشطة لتكوين روابط هيدروجينية وللاجنذاب الى بعضها البعض أن تتخذ جزيئات البروتين اتجاهها خاصا ومحددا . ولقد ثبت أن بعض الأجنحة من الأحماض الأمينية تلتف حول نفسها مكونة ملفا أوسع حول الملف الأصلي . وبهذه الطريقة تتكون سلسلة البروتين (Protein chain) أما ألياف البروتين (Protein fibers) فانها تتكون باجتماع ثلاثة سلاسل على الأقل من البروتين عن طريق اتصال الملفات الواسعة التي توجد حول الملف الأصلي لكل منها .

وبالرغم من التركيب البنائي المعقد لألياف البروتين فاننا نجد أن الترتيب الذي تتخذه ملفات المواد البروتينية والمواقع التي تتخذها الأحماض الأمينية والمسافات التي توجد بين سلاسل هذه الأحماض تسمح جميعها باحتواء أيونات المواد الكيميائية النشطة مثل مواد الدباغة أو الماء في الفراغات الموجودة بين سلاسل البروتين ومن ثم تتفاعل معها كيميائيا .

والواقع أن كل واحدة من سلاسل البروتين ليست كيانا كيميائيا منفصلا بل نجد أنها تتصل ببعضها البعض بواسطة كبرى من بعض الأنواع الخاصة من الأحماض الأمينية . ومن وجهة نظر المتخصصين في تكنولوجيا الجلود فإن حمض السيستين (Cystine) يعتبر من أهم هذه الأحماض التي تعمل ككبرى لربط سلاسل البروتين . ولحمض السيستين بناء ليفي ثابت (Stable fiber Structure) يتكون بارتباط سلسلتين بيتيديتين متجاورتين ومتعامدتين من حمض السيستين الأميني برابط من الكبريت . . وذلك على النحو التالي :



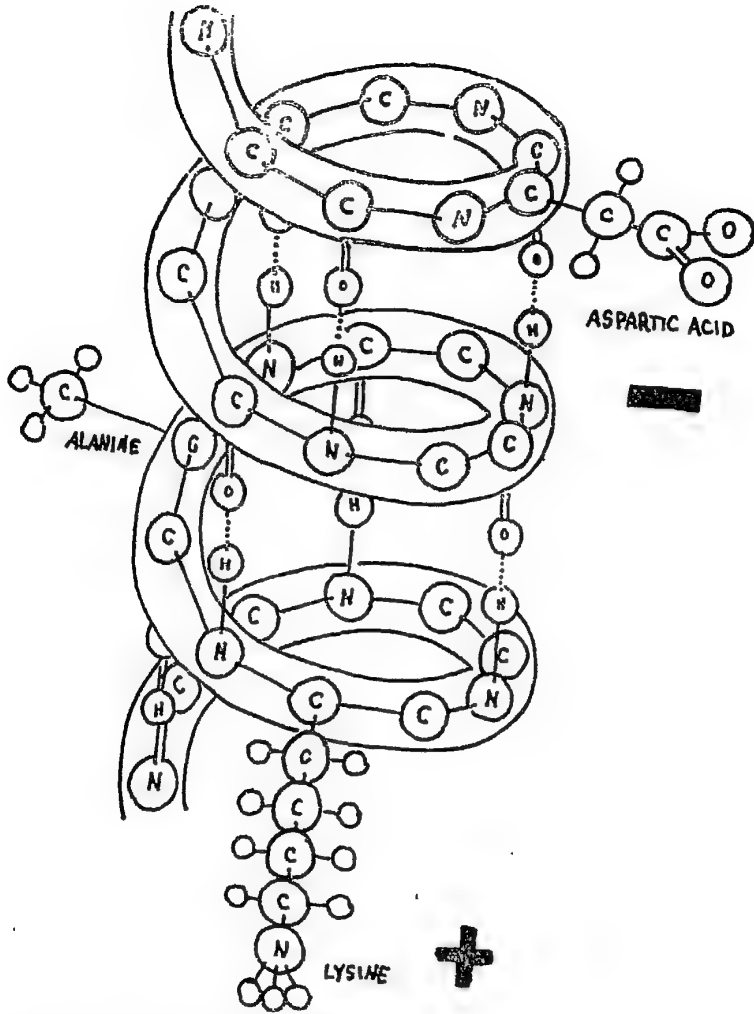
ويعتقد كثير من المتخصصين فى تكنولوجيا الجلود أن ثبات التركيب البنائى لألياف البروتين يرجع أساسا إلى الروابط الهيدروجينية (Hydrogen bonding) وإلى الألفة أو العلاقة الالكتروستاتيكية بين سلاسل البروتين .

وعندما تتعرض ألياف البروتين لمدة طويلة لفعل العوامل الكيميائية أو عندما تتعرض للتحلل المائى (Hydrolysis) فقد تنكسر الروابط الهيدروجينية الموجودة بين الحلقات عديدة الببتيد (Poly Peptide links) مسببة امتصاص كمية اضافية من جزيئات الماء ٠٠ وعلى ذلك فإن معالجة البروتينات بالمواد الكيميائية المسببة للتحلل المائى يؤدى إلى اضطراب الروابط التى تربط بين سلاسل البروتين ، الأمر الذى يؤدى إلى تشتت أو تحلل البروتين .

وبطبيعة الحال فإن تحلل البروتين يؤدى إلى توفر كمية أكثر من كل من المجموعات الحمضية والمجموعات القاعدية ، الأمر الذى يترتب عليه زيادة فى قدرة البروتين على الترابط الحمضى القاعدى .

وبالرغم من أن تحلل البروتين إلى الأحماض الأمينية المكونة له يحتاج إلى معالجة كيميائية قوية جدا ، مثال ذلك ، الغليان لمدة طويلة مع الأحماض أو القلويات إلا أننا نجد أن هناك أنواعا خاصة من الأنزيمات تستطيع أحداث كسر فى الروابط التى تربط بين الأحماض الأمينية المكونة للبروتين مسببة حدوث تغير فى البناء البلورى للبروتينات .

والحقيقة أن قوة الروابط التى ترتبط بها الأحماض الأمينية المكونة لألياف البروتين قوية جدا إلى درجة أن ألياف البروتين تزيد فى قوتها عن قوة الصلب ، غير أنه لا يمكن بطبيعة الحال أن نفترض مثل هذه القوة فى الجلود ، وذلك على أساس أن قوة الجلود تعتمد ليس فقط على قوة ألياف البروتين بل تعتمد كذلك وبصفة أساسية على قوة الروابط التى ترتبط بها هذه الألياف فى النسيج الجلدى .



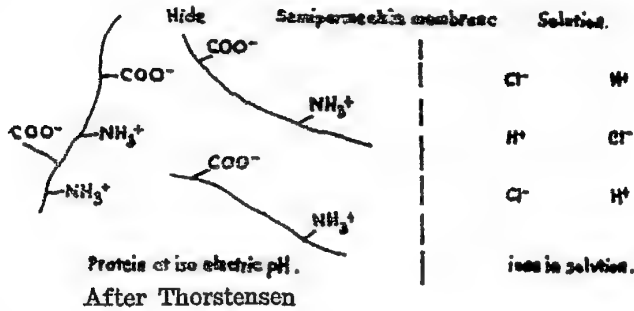
التمثيل المثال الذي اقترحه بولنج (Pauling) للتركيب البنائي للبروتين وهو التركيب المعروف باسم (Alpha helix structure) ويرى بولنج أن الملف الحلزوني الذي تنتظم فيه الأحماض الأمينية المكونة للبروتين مثبت في المكان بواسطة الروابط الهيدروجينية (Hydrogen bonds) بينما الشق الهيدروكربوني (Alkyl radical "R") ينتظم على هيئة ملحقات على الملف الرئيسي .. أما حمض الاسبارتيك (Aspartic acid) وحمض الليسين (Lysine) فيوجدان في الحالة المتأينة العادية .
Afler Thorstensen.

Swelling of Protein fibers

انتفاخ الياف المواد البروتينية :

تؤثر قابلية المواد البروتينية للانتفاخ على حجم وشكل الياف الجلود الخام كما أنها تؤثر أيضا على حجم حبيباتها ومن ثم على نوعيتها . . وعلى ذلك فإن قابلية ألياف البروتين للانتفاخ تكتسب أهمية كبيرة سواء عند تجهيز الجلود المدبوغ أو عند صيانتها . . الأمر الذي يوجب محاولة فهم ميكانيكية الانتفاخ ووسائل تجنب آثاره الضارة .

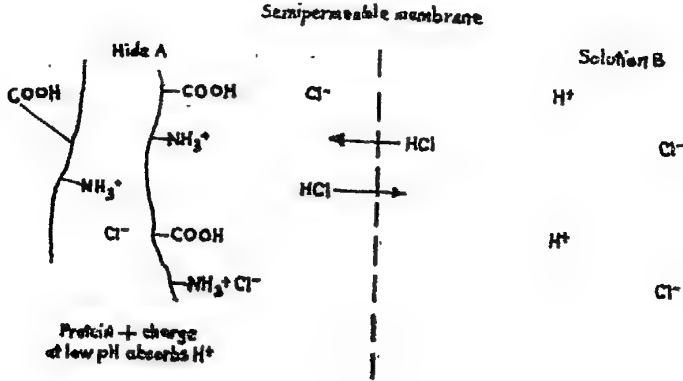
وحتى نستطيع الوقوف على ميكانيكية انتفاخ الياف المواد البروتينية سوف نفترض أن الجلد يوجد على صورة محلول متناسق ومتعادل من الجيلاتين على أحد جانبي غشاء افتراضى نصف منفذ ، على النحو الآتى :



فإذا ما أضيف محلول من حمض الهيدروكلوريك (كلوريد الهيدروجين) الى الجيلاتين فسوف يحدث ارتباط بين الجيلاتين وبين أيونات الهيدروجين مؤديا الى حدوث هجرة لكلوريد الهيدروجين من طور الماء الى طور الجيلاتين من خلال الغشاء نصف المنفذ . . وطالما أن معظم أيونات الهيدروجين سوف ترتبط بالبروتين فان مزيدا من أيونات الهيدروجين سوف تنجذب الى الجيلاتين آخذة معها أيونات الكلوريد ، الأمر الذى يؤدى الى وجود تركيز كبير من أيونات الهيدروجين وأيونات الكلوريد على جانب الغشاء المحتوى على محلول الجيلاتين ، الا أنه بمرور الوقت سوف يحدث اتزان بين أيونات الهيدروجين وأيونات الكلوريد على جانبي الغشاء .

ولكى يصل المحلول الى حالة التعادل الكهربى (Electrical neutrality) فإن كلوريد الهيدروجين يجب أن يتفد من خلال الغشاء النصف منفذ على صورة جزيئات أكثر منه على صورة أيونات حرة من الهيدروجين والكلوريد . . وهذا يعنى أن كل أيون من أيونات الكلوريد يجب أن يحمل

معه عند مروره من خلال الغشاء نصف المنفذ أيونا من الهيدروجين حتى يمكن الاحتفاظ بنفس العلاقة بين الشحنات الكبرية على جانبي الغشاء نصف المنفذ



$$[H^+]_A [Cl^-]_A = [H^+]_B [Cl^-]_B$$

LOW $[H^+]_A$

$$\therefore [H^+]_A < [H^+]_B$$

$$[Cl^-]_A > [Cl^-]_B$$

After Thorstensen

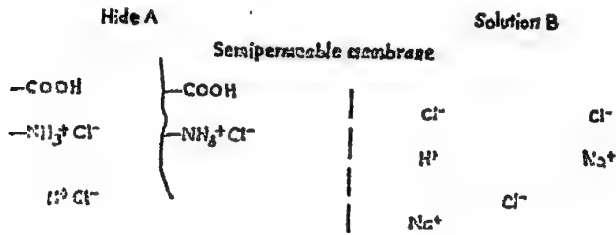
وطبقا لقانون فعل الكتلة (Law of mass action) فإن تركيز أيونات الهيدروجين مضروبا في تركيز أيونات الكلوريد في طور الجيلاتين يجب أن يكون مساويا لتركيز أيونات الهيدروجين مضروبا في أيونات الكلوريد في طور الماء . . . وحيث أن تركيز أيونات الهيدروجين الموجودة في طور الجيلاتين يكون عند قيام التوازن أقل من تركيز أيونات الكلوريد الموجودة في نفس الطور نتيجة لاتحاد أو ارتباط أيونات الهيدروجين بالجيلاتين ، فإنه حسب قانون فعل الكتلة يجب أن يكون تركيز أيونات الكلوريد في طور الجيلاتين أكثر كثيرا من تركيزها في طور الماء ، الأمر الذي ينتج عنه بطبيعة الحال حدوث فرق كبير في الضغط الأزموزي (Osmotic Pressure) بينهما . . . ونتيجة لوجود هذا الفرق في الضغط الأزموزي يمر الماء من خلال الغشاء نصف المنفذ الى خلايا الجيلاتين مسببا انتفاخها .

وعلى ذلك فإنه يمكن القول بأن اضافة أحماض قوية الى الجلود الخام سوف يؤدي الى انتفاخ أليافها . . . وهذا الانتفاخ بدوره سوف يحدث

تلقا كبيرا لها . ويعتبر الانتفاخ فى الواقع خطورة أساسية فى عملية
الاذابة عن طريق التحلل المائى لبروتين الجلد .

وانتفاخ الجلود الخام ليس مرتبطا فقط بتأثير الأحماض ، ولكنه
يحدث كذلك وبنفس الأسلوب باستخدام هيدروكسيد الصوديوم وغيره
من المواد القلوية ، الا أن الانتفاخ فى هذه الحالة يحدث طبقا لمقدرة
البروتين على الارتباط بالشق القاعدى من المادة القلوية المستخدمة . وعند
اختلال التوازن الكهربى فى المحلول فسوف نجد أن حجم ألياف البروتين
المنتفخة سوف يزداد تبعا لزيادة عدد الأيونات القلوية التى ترتبط
بالبروتين .

سبق أن أوضحنا فى الحالة السابقة أنه يحدث عند اضافة محلول
من حمض الهيدروكلوريك الى الجيلاتين فى وجود غشاء نصف منفذ ارتباط
بين الجيلاتين وبين أيونات الهيدروجين وأن هذا الارتباط يؤدى حسب
قانون فعل الكتلة الى زيادة تركيز أيونات الكلوريد فى طور الجيلاتين ،
الأمر الذى يتسبب فى حدوث فرق كبير فى الضغط الأزموزى على جانبي
الغشاء نصف المنفذ مما يدفع الماء الى المرور من خلال الغشاء الى خلايا
الجيلاتين مسببا انتفاخها . والآن سنحاول توضيح ما يحدث عادة للجيلاتين
أو الجلد الخام اذا ما أضيف اليه بجانب حمض الهيدروكلوريك كلوريد
الصوديوم (ملح الطعام) .



$$[\text{H}^+]_A [\text{Cl}^-]_A = [\text{H}^+]_B [\text{Cl}^-]_B$$

$$[\text{H}^+]_A < [\text{H}^+]_B$$

$$[\text{Cl}^-]_A > [\text{Cl}^-]_B$$

But $[\text{Cl}^-]_B$ is high due to Presence of NaCl, therefore the Concentration difference is small and osmotic pressure is small.

(After Thorstensen)

يتضح من الشكل أنه عند اضافة محلول من حمض الهيدروكلوريك (كلوريد الهيدروجين) الى الجلد الخام الذى افترضنا وجوده على صورة محلول متناسق من الجيلاتين فسوف يحدث ارتباط بين بروتين الجلد وبين أيونات الهيدروجين . وفى نفس الوقت فان الجيلاتين سوف يحتوى أيونات الكلوريد مكونا كلوريد الجيلاتين . وعلى ذلك سوف تقل درجة تركيز كلوريد الهيدروجين فى طور الماء .

وفىما يختص بكلوريد الصوديوم فسوف يتأين هو الآخر وينفذ من خلال الغشاء نصف المنفذ ولكن بدرجة أقل من درجة نفاذ كلوريد الهيدروجين . وذلك لأن قابلية أيونات الصوديوم للارتباط ببروتين الجلد أقل كثيرا من قابلية أيونات الهيدروجين .

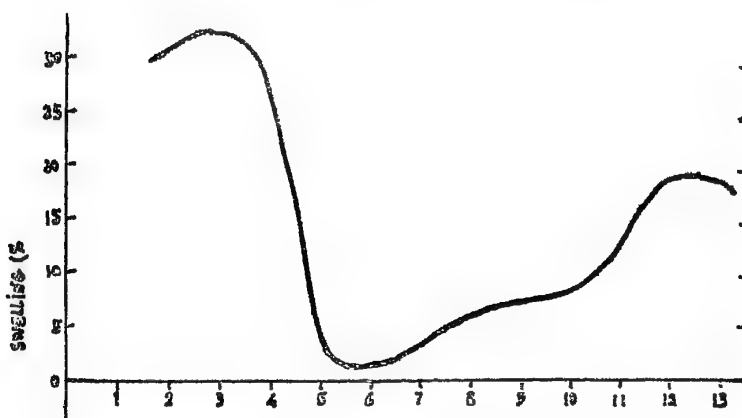
وعلى هذا الأساس فان انتقال أيونات الكلوريد عبر الغشاء نصف المنفذ يمكن أن يتم عنه قيام التوازن على صورتين . الصورة الأولى تكون فيها أيونات الكلوريد على صورة كلوريد الهيدروجين . وفى هذه الحالة تنتقل أيونات الكلوريد حاملة معها أيونات الهيدروجين من طور الماء الى طور الجيلاتين ، أما الصورة الثانية فتكون فيها أيونات الكلوريد على صورة كلوريد الصوديوم . وفى هذه الحالة تنتقل أيونات الكلوريد حاملة معها أيونات الصوديوم عبر الغشاء نصف المنفذ من طور الماء الى طور الجيلاتين ثم من طور الجيلاتين الى طور الماء .

وتحت هذه الظروف فان تركيز أيونات الهيدروجين فى طور الجيلاتين يكون أقل من تركيزها فى طور الماء بينما يكون تركيز أيونات الكلوريد فى طور الماء أكبر من تركيزها فى طور الجيلاتين ونتيجة لذلك قد لا يكون هناك فرق كبير فى درجة تركيز الأيونات فى كل من الطورين عند قيام التوازن ، الأمر الذى يترتب عليه عدم وجود فرق ملحوظ فى الضغط الأزموزى بينهما .

ومن هذا يتضح لنا أن وجود كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) لا يؤدى الى انتفاخ ألياف البروتين ومن ثم يحفظها من التلف .

ويعتبر التحكم فى انتفاخ ألياف البروتين عن طريق استخدام ملح الطعام أمر حيوى جدا فى صناعة الجلود المدبوجة حيث ثبت أنه كلما زادت كمية الملح المستخدمة كلما زاد انبساط الجلود وكلما قل انتفاخ أليافها بفعل الأحماض . والواقع أن الموازنة الواضحة بين الكمية المستخدمة من كل من ملح الطعام والحمض أثناء عملية دباغة الجلود تعتبر إحدى العوامل الأساسية التى تتحكم فى نوعية الجلود المدبوجة .

وفى نهاية تناولنا للعوامل التى تتحكم فى انتفاخ ألياف البروتينات لايد من القول أنه قد ثبت أن هناك علاقة مباشرة بين انتفاخ ألياف البروتينات وبين درجة حموضة أو قلوية الوسط الذى توجد فيه والتى يعبر عنها عادة بالأس الهيدروجينى السالب (PH Value) ولقد أثبتت الدراسات التى أجريت فى هذا الموضوع أن قابلية ألياف البروتين للانتفاخ تكون عند الحد الأدنى عند نقطة التعادل الكهربى (Isoelectric Point) بينما وجد أنها تزيد زيادة ملحوظة فى كل من الوسط الحمضى والوسط القاعدى . . ولقد وجد أيضا أن قابلية ألياف البروتين للانتفاخ تتزايد فى الوسط الحمضى بالتدريج وأنها تبلغ مداها عندما يصل الأس الهيدروجينى السالب (P H Value) الى القيمة ٣ وهى القيمة التى تتأين عندها جميع المجموعات الكربوكسيلية فى الأحماض الأمينية المكونة للبروتين . . وهذا ما سوف يتضح لنا من الرسم البيانى الآتى الذى يمثل العلاقة بين الأس الهيدروجينى السالب PH Value وبين قابلية ألياف البروتين للانتفاخ . . ويطلق عليه عادة اسم منحنى الانتفاخ .



(After Thorstensen)

وبعد أن انتهينا فى فصلى هذا الباب من مناقشة كيفية تلف الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية سواء كانت مصنوعة من الورق أو البردى أو الجلد أو الرق والعوامل التى تنحكم فى هذا التلف فسوف نختتم الحديث عن الأسس العلمية للعلاج والترميم والصيانة بإعطاء لمحة موجزة عن أهم الوسائل التى يمكن بواسطتها صيانة الكتب والوثائق والمخطوطات وهى :

أولا - التحكم فى الاضاءة :

من الواجب تحديد كمية الاضاءة والتحكم فى نوعية الضوء الذى تتعرض له الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية بأنواعها المختلفة سواء كانت مصنوعة من الورق أو البردى أو الجلد أو الرق حتى يمكن الإبقاء عليها أطول مدة ممكنة ٠٠ ويمكن تلخيص الاحتياطات الواجب اتخاذها فى هذه الحالة فيما يأتى :

(أ) استبعاد الأشعة فوق البنفسجية استبعادا تاما :

وقبل أن نبدأ فى تناول الوسائل التى يمكن بواسطتها استبعاد الأشعة فوق البنفسجية لابد لنا أولا من أن نحدد المصادر الضوئية التى يتحتم استبعاد الأشعة فوق البنفسجية منها وهى :

— جميع أشكال الاضاءة الطبيعية .

— جميع لمبات الفلورسنت فيما عدا النوعين اللذين تنتجهما شركة فيليبس وهما فيليبس ٣٧ وفيليبس ٢٧ .

أما وسائل استبعاد الأشعة فوق البنفسجية فهى :

١ - استخدام مرشحات ضوئية لامتصاص هذه الأشعة سواء على شكل أنواع خاصة من الزجاج أو عن طريق دهان زجاج النوافذ وفترينات العرض ببعض الأنواع الخاصة من الورنيش من مركبات البنزوفينون والبنزوترايازول (Benzophenone and Bensotriazole) .

٢ - تجنب سقوط الضوء المباشر على الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية بل يجب أن يسقط الضوء منعكسا من سطح جدار مغطى بملاط أبيض مثل ملاط الجبس أو الجير ٠٠ وذلك على أساس أن الملاط يمتص معظم الأشعة الضارة ولا يعكسها .

(ب) التقليل من شدة الاضاءة :

سبق أن ذكرنا أن الدراسات العديدة التى أجريت على تأثير الضوء

على الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية قد أجمعت على أنه لا يجب أن يزيد سدة الإضاءة عن ١٥٠ لوكس بالنسبة للأنواع الجيدة من الورق والتي لا تخشى على أية أصباغ وألا تزيد عن ٥٠ لوكس بالنسبة للأنواع غير النقية أو المصبوغة .

ومن الوسائل المقترحة للتقليل من سدة الضوء وكميته الوسائل الآتية :

- ١ - استخدام ستائر معتمة لخزانات العرض ولشبابيك صالات العرض حتى يمكن إزالتها طوال الوقت فيما عدا الوقت المحدد للزيارة .
- ٢ - عرض وتخزين الكتب والمخطوطات والوثائق ذات القيمة الفريدة بالتبادل .

ثانياً - التحكم في الظروف الجوية :

لقد اتضح لنا عند الحديث عن العوامل التي تتحكم في تلف الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية أن السليولوز وهو المكون الأساس الورق والبردى يتعرض لتلف عن طريق التحلل المائي والتأكسد والتفاعلات الضوء كيميائية وأن جميع عوامل التلف هذه تزداد حدتها بفعل الحرارة . ومن ناحية أخرى فقد ثبت أيضاً أن المعدل الذي تلف به المراد السليولوزية ينخفض كثيراً ويصل إلى الحد الأدنى في الأجواء الجافة وعند درجات الحرارة المنخفضة ، إلا أننا نجد في نفس الوقت أن كلا من الجلد والرق يفقد مرونته في مثل هذا الجو ويتحول إلى أجسام صلبة ولكنها هشّة . كما أن الورق هو الآخر يفقد مرونته ويتحول إلى أجسام هشّة سهلة الكسر . ولذلك فإنه إزاء هذه التأثيرات المتضاربة فإنه يفضل دائماً الالتزام بحل وسط وهو ربط الرطوبة النسبية بحوالى من ٥٠ إلى ٥٥٪ عند درجة حرارة من ١٨ إلى ٢٥ م . وهى القيمة التي اتفق أغلب الدارسين على أنها أنسب درجات الحرارة والرطوبة لتخزين وعرض الكتب والمخطوطات والوثائق . وعلى أية حال فإن التحكم في درجات الحرارة والرطوبة النسبية يحل فقط نصف المشكلة . وذلك على أساس أنه يلزم لصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق من أخطار التلف الكيميائي تنقية الهواء الداخل إلى أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية من مخلفات الاحتراق غير الكامل للوقود وغازات التلوث الجوى وذرات الأملاح التي تتناثر في أجواء المدن الساحلية .

وانطلاقاً من هذه المبادئ فإنه يمكن القول بأن عناصر التحكم في الظروف الجوية هي التهوية وتنقية الهواء الداخل إلى أجواء دور الكتب

والأرشيف والوثائق التاريخية وتثبيت الحرارة والرطوبة النسبية عند الدرجات المناسبة والمأمونة ٠٠ وسوف نتناولها بإيجاز شديد وذلك على النحو التالي :

١ - التهوية (Ventilation)

التهوية الملائمة ضرورة من ضرورات الحياة داخل دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ٠٠ إلا أن غاز الأكسجين من وجهة نظر الصيانة يعتبر من الغازات الجارية الضارة إذ يؤكد السليولوز في وجود الضوء ويسبب في إضعاف الأوراق مصنوعة منه وخاصة في وجود الأشعة فوق البنفسجية والضوء المرئي قصير الموجة كالأزرق والبنفسجي ٠٠ وقد وجد أن استبدال الهواء بغاز النيتروجين يقلل من تأثير الضوء على الكتب والمخطوطات والوثائق سواء كانت مصنوعة من مراد سليولوزية أو مواد بروتينية وذلك بنسبة ١ : ٣ ٠٠ كما وجد أن استبدال الهواء بغاز غير نشط له تأثير ملحوظ بالنسبة لثبات الصبغات إذ يزيد من مقاومتها لتأثير الضوء حوالى عشرة أضعاف .

وقد استفادت الهيئة القومية للمعايرة بالولايات المتحدة الأمريكية من هذه الحقائق وقامت بحفظ القماش الذى يحمل إعلان استقلال الولايات المتحدة في جو من الهيلوم مع استخدام مرشح ضوء أصفر لزجاج خزانة العرض .

ولا شك أن استبعاد الهواء مفيد ، ، ولذلك يجب عرض وحفظ الكتب والمخطوطات والوثائق فى خزانات مفرغة الهواء ٠٠ ولما كان تفرغ الهواء يؤدي عادة الى نقص الرطوبة النسبية وتعرض الكتب وغيرها لأخطار الجفاف وفقدان المرونة فإنه يفضل استبدال هواء الفترينات بالنيتروجين أو أحد الغازات الخاملة مثل الهليوم أو الأرجون فى خزانات عرض الكتب والمخطوطات والوثائق ذات القيمة الفريدة .

٢ - تنقية الهواء : (Filtration)

ليس هناك فى الواقع وحتى الآن طريقة للتخلص نهائيا من أخطار الشوائب الجوية ٠٠ وبالرغم من ذلك فإنه يمكن تنقية الهواء الداخلى الى أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية الى حد كبير باستخدام المرشحات الالكتروستاتيكية لترسيب المواد المعلقة فى الجو ٠٠ أما فيما يختص بالشوائب الغازية فقد أمكن التخلص جزئيا من غاز ثانى أكسيد الكبريت وغاز الأوزون بامرار الهواء الداخلى الى دور الكتب فى مرشحات تحتوى على فحم نباتى منشط (Activated charcoal) وفى هذا

الخصوص فقد تمكن المسئولون عن الصيانة في الأرشيف القومي بواشنطن
باليوالات المتحدة الأمريكية من استحداث طريقة أمكن بها التخلص الى حد
كبير من الشوائب الغازية . وهذه الطريقة تتلخص في امرار الهواء الداخل
الى اجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية من خلال أنابيب
تحتوى ماء مضافا اليه بعض المحاليل القلوية . و ثمة طريقة أخرى لتلافي
أخطار الشوائب الغازية وهى حفظ الكتب والمخطوطات والوثائق فى
خزانات محكمة الغلق وتجنب فتحها دون داع ، وذلك على أساس أن
ما بيوانيا من شوائب غازية سوف يستهلك بتفاعله مع محتوياتها وسيظل
الجو المحيط بها خاليا من هذه الشوائب الى أن يعاد فتحها ويدخل هواء
جديد محمل بالشوائب الغازية اليها .

٣ - التحكم فى درجات الحرارة والرطوبة : Temperature and Humidity Control

يتضح لنا مدى حساسية الورق للرطوبة من الاحصائية التى أجراها
المتحف البريطانى والتى أثبتت أنه اذا تعرضت كمية من الورق زنتها
١٠٠٠ طن الى تغير فى كمية الرطوبة النسبية من ٥٧٪ الى ٦٣٪ عند درجة
حرارة ١٦ م فانها تكتسب زيادة فى كمية الماء الحر بها تصل الى ٩٠٠٠
كيلو جرام من الماء . ولهذا السبب لابد من الاحتفاظ دائما بكمية
الرطوبة فى اجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية عند الدرجات
المأمونة وذلك حتى يمكن تلافي الأخطار الناجمة عنها .

(أ) الحد الأدنى المسموح به للحرارة والرطوبة النسبية :

المواد التى تحتوى ذاتيا على نسبة من الرطوبة هى بطبيعة الحال
المواد الحساسة للجفاف ومن المواد التى تتعرض للتلف من جراء الجفاف
الزائد عن الحد المسموح به الورق والبردى والجلد والرق والمواد اللاصقة
كالغراء والنشا وغير ذلك .

ولقد أثبتت التجارب الثيرة التى أجريت فى هذا المجال أن الحد
الأدنى المسموح به للرطوبة النسبية هو ٥٠٪ فى حدود درجات الحرارة
التي تكفل الراحة لرواد دور الكتب والأرشيف والوثائق وهى تتراوح
ما بين ١٦ ، ٢٤ م . ويمكن تهيئة الظروف المناسبة بمراعاة الاحتياطات
الضرورية من حيث التهوية أو التدفئة حسب الظروف السائدة .

(ب) الحد الأقصى المسموح به للحرارة والرطوبة النسبية :

ان الخطر الكبير الذى يترتب على زيادة الرطوبة النسبية عن الحد

المأمون هو نمو الفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .. فنمو الفطريات على مواد مثل الرق والجلد والورق والبردى والمواد العضوية بصفة عامة يتزايد بتزايد الرطوبة النسبية ..

بل يمكن القول بأن نمو الفطريات يعتبر دلالة كافية على زيادته الرطوبة النسبية عن الحد المأمون .

ولقد أثبتت التجارب أنه يمكن إيقاف نمو الفطريات اذا ما كانت الرطوبة النسبية لا تزيد عن ٦٥٪ .. وبذلك تكون هذه الكمية من الرطوبة هي الحد الأقصى المسموح به فى حدود درجات الحرارة التى تتراوح بين ١٦ ، ٢٤ م .

ومن ناحية أخرى أثبتت التجارب أن خزانات العرض والتخزين المغلقة تكفل عدم تزايد الرطوبة عن الحد المأمون خاصة اذا وضع داخلها كمية مناسبة من المواد الماصة للرطوبة مثل السيليكا جل (Silicagel)

وأخيرا يمكن القول بأن انشاء نظام مركزى للتكييف سوف يكفل دون شك توفر الظروف المناسبة لصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق الأمر الذى يحتم انشاءه مهما كانت تكلفته المادية .

ثالثا - التحكم فى كمية الحموضة :

من المعروف جيدا أن السليولوز وهو المادة الرئيسية المستخدمة فى صناعة الورق عبارة عن سلاسل طويلة (Long fibrous chains) تتكون من وحدات أو بالأحرى جزيئات الجلوكوز المرتبطة ببعضها البعض بواسطة روابط كيميائية (Chemical bonds) ومن المعروف كذلك أن سلاسل السليولوز هذه يطلق عليها عادة اسم جزيئات السليولوز الكبيرة (Cellulose macro molecules) تكون عرضة للتكسر الى وحدات أصغر بفعل الأحماض والقلويات .

ومن الثابت الآن أن الأحماض القوية تؤدي الى تكسر أو تهتك الروابط الكيميائية التى تربط بين جزيئات الجلوكوز فى سلاسل السليولوز هؤدية الى اضعاف متانة ألياف السليولوز ، وهذا بدوره يؤدي الى ضياع أو فقد قوة الأوراق المصنوعة منها ..

بينما تؤدي القلويات القوية الى سهولة تأكسد السليولوز ، الأمر الذى يؤدي أيضا الى ضياع متانة أو قوة الورق .

ولقد أثبت بارو (W. J. Barrow) أن الأحماض الحرة تتواجد عادة بالورق اما عن طريق المواد المستخدمة فى صناعة الورق وعلى وجه الخصوص

الشبب والقلفرنية أو عن طريق الشوائب الغازية الحمضية الموجودة فى الجو وبالأخص غاز ثانى أكسيد الكبريت أو عن طريق الأحبار المستخدمة فى الكتابة وبالأخص أحبار الحديد ٠٠ كما أثبت أن الأحماض الحرة تعد واحدة من الأسباب الرئيسية التى تتسبب فى تلف الورق .

ولهذا السبب فانه يتعين مداومة قياس درجة حموض الورق (P H Value) حتى لا يتأخر علاجه عن الوقت المناسب ٠٠ وتتلخص الطرق التى يمكن اتباعها لبيانة الورق وغيره من المواد التى تصنع منها الكتب والمخطوطات والوثائق فيما يلى :

١ - تنقية الهواء الداخلى الى أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق من الشوائب الغازية الحمضية باتباع الطرق السابق الإشارة إليها .

٢ - ازالة أو التخلص من حموضة الورق سواء باستخدام مواد ذائبة فى الماء أو باستخدام مواد ذائبة فى مذيبات عضوية .

وسوف نتناول طرق ازالة الحموضة الزائدة عند الحديث عن تطبيقات العلاج والترميم .

رابعا - تنقية الورق من المواد غير السليولوزية :

عندما يتعرض الورق وخاصة النوع المصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون (Ground Wood Paper) الى تأثير أشعة الشمس وخاصة الأشعة فوق البنفسجية أو الى درجة حرارة عالية أو لتأثير الشوائب الغازية الموجودة فى الجو ، فان لونه يتغير الى اللون البنى أو الأحمر المائلين الى الصفرة ٠٠ أو ربما يؤدى ذلك الى تكون أجسام بنية اللون تظهر على أسطح الورق على هيئة بقع ، وذلك نتيجة لبعض التغيرات الكيميائية التى تطرأ على مكونات الورق غير السليولوزية ، وعلى وجه الخصوص مركب اللجنين (Lignin) .

ونى هذه الحالة فانه يتحتم معالجة الورق بإجراء ما يعرف باسم عمليات التبييض (Bleaching) لاعادة لونه الى ما كان عليه ٠٠ وكذلك تنقيته من اللجنين الذى يؤدى الى تكون المركبات البنية اللون التى تتسبب فى تبقع الورق .

وحتى يمكن تبين ما يمكن أن يسببه مركب اللجنين من تلف فلعله يكون من المفيد أن نذكر شيئا عن التركيب الكيميائى للأخشاب وهو على النحو التالى :

١ - المركبات السليولوزية : وهى تشكل من ٦٧٪ الى ٨٠٪ من مكونات الخشب .

٢ - اللجنين : وهو يشكل من ١٧٪ الى ٣٠٪ من مكونات الخشب .

٣ - السكريات والأملاح والأصماغ والدهون والتانين : وهى تشكل من ٣٪ الى ٨٪ من مكونات الخشب .

وفى عام ١٨٨٩ اكتشف العالمان الانجليزيان كروس وبيفان أن لجنين الأخشاب يمكن أن يتحد اما بالأكسدة أو بالاحلال مع الكلور مكونا مركبات تذوب اما فى كبريتات الصوديوم أو المحاليل القلوية أو الماء دون أن تتأثر بذلك مكونات الأخشاب السليولوزية .

ورغم تطبيق هذه الطريقة فى الصناعة الا أن استخدامها فى علاج الكتب والمخطوطات والوثائق لم يلق أدنى استجابة خشية ما قد تسببه من تلف . وفى محاولة منى للتصدى لهذه المشكلة عندما كنت بصدد استخدام غاز ثانى أكسيد الكلورين فى عمليات تبييض الورق رأيت أن أبحث فى استخدام غاز ثانى أكسيد الكلورين للتخلص من اللجنين أو حتى للتقليل من كميته على أقل تقدير .

ويتميز غاز ثانى أكسيد الكلورين بخاصيتين فريدتين هما :

١ - فاعليته كعامل مؤكسد تزيد عن فاعلية غاز الكلور بمقدار ٢٦٣ ضعفا .

٢ - له قابلية كبيرة لأكسدة مركبات اللجنين وغيره من المواد التى تسبب تلون الورق وتحويلها الى مواد عديمة اللون تذوب فى الماء دون أن يؤثر ذلك على السليولوز ، الأمر الذى يجعل استخدام غاز ثانى أكسيد الكلورين فى تنقية الورق من اللجنين أمرا منطقيا بل مرغوبا فيه .

ومن الناحية العملية فإنه يمكن استخدام غاز ثانى أكسيد الكلورين اما على هيئة غاز واما بتمريره فى الماء واستخدام المحلول الناتج . ومن ناحية أخرى فإنه يمكن توليد غاز ثانى أكسيد الكلورين باضافة الفورمالين الى محلول كلوريت الصوديوم . وفى هذه الحالة يمكن استخدامه على هيئة حمام توضع به الأوراق المراد علاجها مباشرة .

والواقع أن لون الأوراق بعد علاجها بغاز ثانى أكسيد الكلورين يتحول الى اللون الأصفر ، وهذا يحتم تبييض الورق بعد الانتهاء من عملية العلاج .

وعلى هذا الأساس فإن عملية التنقية تتم على النحو التالى :

١ - أكسدة النجسين وغيره من المواد التى تسبب تلون الورق وتحويلها إلى مركبات عديمة اللون يمكن إزالتها بالماء .

٢ - إزالة مركبات اللجنين وغيره من المركبات بعد عملية الأكسدة .

٣ - تبييض الأوراق المعالجة .

وعلى أية حال فسوف نتناول عملية تنقية الورق بالتفصيل عند الحديث عن تطبيقات العلاج والصيانة .

خامسا - مقاومة وإبادة الآفات الحشرية والكائنات الحية الدقيقة :

يظهر التلف الذى ينتج عن الحشرات بسرعة وللعين المجردة ويكون التآكل شديدا متى بدأ ، بينما الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة تكون فى بدايتها بصفة خاصة غير ظاهرة وتأثيرها بطيء ولو أنها بمرور الزمن تتسبب فى تلف غير قليل .

ونجد أن المواد البروتينية كالجلد والرق تكون أكثر عرضة للإصابة بالحشرات بينما المواد السليولوزية كالبردى والرق تكون أكثر عرضة للإصابة بالكائنات الحية الدقيقة .

والحشرات التى تصيب المواد البروتينية تتغذى عليها بينما تتسبب الكائنات الحية الدقيقة فى تكسير الألياف السليولوزية بفعل الأنزيمات التى تفرزها لتصبح صالحة كغذاء لها .

وتوجد بعض الحشرات التى لا تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق ذاتها ولكنها تصيب المواد الثانوية التى بها كالمواد اللاصقة من نشأ وغراء وغير ذلك أو تتغذى على مواد مجاورة لها .

وتوجد عدة وسائل لصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق من أخطار الآفات الحشرية والكائنات الحية الدقيقة نلخصها فيما يأتى :

١ - تنظيم الرطوبة : (Humidity Control)

يمكن تجنب الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة وخاصة الفطريات بالتحكم فى درجة الرطوبة النسبية والحرارة . ولقد أثبتت التجارب أنه يمكن تجنب الإصابة بالفطريات بالاحتفاظ بالرطوبة النسبية عند درجة أقل من ٦٨٪ والاحتفاظ بدرجة الحرارة فيما بين ١٢ ، ٢٥ درجة

مثوية ٠٠ ويمكن أن يتم ذلك بوضع كمية مناسبة من السيليكا جل (Silica gel) فى خزانات العرض ٠٠ وقد دلت بعض التجارب أنه يمكن الاحتفاظ بدرجة الرطوبة عند حوالى ٥٥٪ اذا وضعت السيليكا جل فى الخزانات بمعدل ٣ كيلو جرام لكل متر مكعب .

٢ - التبخير : (Fumigation)

وذلك بوضع الكتب والمخطوطات والوثائق فى خزانات تبخير محكمة الغلق وتعرضها لتأثير غازات قاتلة للحشرات مثل غاز سيانيد الهيدروجين أو ثانى كبريتيد الكربون أو غاز بروميد الميثيل .

٣ - العلاج بالمبيدات الحشرية : ومن أهمها :

— الشل تو كس (Shelltox) وهو سائل يبيد مجموعة كبيرة من الحشرات ويحتوى على ٥٠٪ من الداى الدرين (Dieldrin) وبعض المبيدات الأخرى من مذيبي عضوى .

— ال د د ت (D.D.T.) .

— الميستوكس (Mystox LSE) .

٤ - العلاج بمواد مبيدة للفطريات وغيرها من الكائنات الدقيقة :

ومن أهمها المبيدات الآتية :

— البريفنتول (Preventol) .

— الميثتوكسى (Mystox LPL) .

— الأورثوفينيل فينول (Orthophenyl Phenol) وهو قاتل

للبكتريا وجذور الفطريات (Fungal Spores) والعفن

السطحي (Surface Mildew) .

٥ - اجراءات وقائية : (Protective Measures)

تؤدى المبيدات والتبخير الى اباداة الحشرات والكائنات الحية الدقيقة ولكنها لا تكفل مناعة للكتب والمخطوطات والوثائق ضد أية اصابات قد تتعرض لها فى المستقبل ٠٠ ولذلك فإنه يصبح من الضرورى اتخاذ اجراءات أخرى لوقايتها من الاصابات التى تكون عرضة لها ٠٠ وتشمل هذه الاجراءات أو الاحتياطات ما يلى :

(Physical Barriers) (ا) وسائل طبيعية مانعة للإصابة :

وتشمل هذه الوسائل وضع الكتب والمخطوطات والوثائق في خزانات محكمة الفتق أو وضعها داخل أكياس من النايلون أو البولي - إيثيلين ، إذ أن بعض أطوار الحشرات الحديثة القفص يمكن أن تمر إلى داخل المكان الذي تحفظ فيه الكتب والمخطوطات والوثائق من فتحة لا يتعدى قطرها ٠.١ مم .

ولما كانت نمة احتمالات لتكثف الرطوبة داخل الأكياس إذا هبطت درجة الحرارة . وبذلك تكون الظروف ملائمة لنمو الفطريات والبكتيريا تتوفر الرطوبة وتدمر نجدد الهواء . . لذلك فإنه يجب أن تكون كل الكتب والمخطوطات والوثائق التي نحفظ داخل الأكياس خالية تماما من أية إصابة وممتدة تعقيا كاملا ومؤكدا .

(ب) وضع مواد واقية من الإصابة :

ومن أهم هذه المواد مخلوط من الباراداي كلوروبنزين (البارادكس) والنفثالين إذ أن أبخرتهما التي تتسامى في درجة الحرارة العادية تقتل اليرقات والبيض .

وسوف نتناول طرق مقاومة وإبادة الحشرات والكائنات الحية الدقيقة بالتفصيل في الباب الثالث من هذا الكتاب .

سادسا : تأمين الكتب والمخطوطات والوثائق من الكوارث :

ليس هناك من وسيلة لتأمين الكتب والمخطوطات والوثائق من الكوارث سوى إقامة نظام حديث للإنذار والإطفاء الآلي . وتوجد الآن الكثير من الشركات المتخصصة في تصنيع أجهزة الإطفاء والإنذار ويجب الالتفات إليها للاستفادة من خبراتها في هذا المجال .

الباب الثانى

طرق فحص
الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية

طرق فحص الورق والبردى

مقدمة :

يتكون الورق بصفة أساسية من ألياف السليولوز . . وحسبما يرى كروس وبيغان فإن السليولوز يقاوم الى حد كبير تأثير غاز الأكسجين وغيره من العوامل المؤكسدة . . وهذه الخاصية هي التى أهلته ليقوم بدوره فى التطور الحضارى للبشرية حيث استخدم كمادة للكتابة عليها وكحوامل لأعمال الفن . . ونجد أن كروس وبيغان قد أوضحا الفروق الهامة بين أنواع الورق المصنوع من سليولوز القطن ، وهى الأنواع التى تتميز بمقاومتها الكبيرة لعوامل التلف ، وبين أنواع الورق الأخرى المصنوعة من الخشب المصحون (Ground Wood Paper) ونباتات الحلفا والحشائش وغيرها من النباتات ، وهى الأنواع التى تحتوى بالاضافة الى السليولوز مواد أخرى أهمها اللجنين والتانينات والسكر والنشا . . ومن ثم نجد أنها ذات قابلية كبيرة للتلف . . وعلى ذلك نجد أن المتخصصين فى صناعة الورق قد عنوا بإزالة هذه المركبات غير السليولوزية بغرض الحصول على أنواع من الورق أكثر ثباتا وأكثر مقاومة للتلف .

وعلى هذا الأساس يمكن القول بأن أفضل أنواع الورق وأكثرها ملائمة للوثائق التاريخية وأعمال الفن هى تلك الأنواع المصنوعة من الخرق البالية أى المصنوعة من سليولوز القطن .

ومن ناحية أخرى نجد أن القلقونية والغراء والنشا ، وهى المواد الرابطة التى تستخدم فى عمليات صقل الورق ، وكذلك المواد المائلة

كأنفعل وبودرة التلك التى تضاف الى المواد الخام بغرض اكساب الورق نوعاً من العتامة وتعومة الملمس تضعف هى الأخرى من مقاومة الورق لمواعيل التلف .

ومى كن هذا: يمكن القول بأن نجاح عمليات العلاج والصيانة يرتبط وينوف على مدى استطاعتنا معرفة وتحديد المواد الداخلة فى تركيب الورق . الأمر الذى يتطلب الإلمام بمصادر المواد الخام التى استخدمت فى صنائه الورق عبر العصور وكذلك الإلمام بطرق فحص الورق .

مصادر المواد الخام التى استخدمت فى صناعة الورق :

أجمعت الآراء على أن المواد الخام التى استخدمت فى صناعة الورق عبر العصور المختلفة يمكن تقسيمها الى مجموعات حسب مصادرها وذلك على النحو الآتى :

(أ) مجموعة الحشائش :

وتشمل نبات الاسبارتو (Esparto) الذى ينمو فى اسبانيا وشمال افريقيا . ونبات الخيزران أو القاب الهندى والقش والتبن وغير ذلك من النباتات المائلة . . وقد كانت هذه الأنواع من الحشائش تستخدم وحدها فى الماضى . . أما فى الوقت الحاضر فيضاف اليها فيماعد الخيزران نسبة من ألياف القطن القوية أو من لب الخشب . . ولقد كانت هذه الأنواع تستخدم فى العصر المسيحى المبكر كمصدر رئيسى لصناعة الورق المعروف باسم الورق الصينى وغيره من أنواع الورق الأخرى التى كانت معروفة قديما فى البلدان الشرقية . . ويعتقد أن هذه الحشائش كانت أقدم مصادر المواد الخام التى استخدمت فى صناعة الورق .

٢ - مجموعة الألياف :

وتشمل القطن والكتان والقنب وأوراق شجر التوت . . ولو أن أجود أنواع الورق هى التى تصنع من ألياف الكتان الا أن انتاجه المحدود لا يكفل استخدامه كمصدر رئيسى فى صناعة الورق . . ونجد أن الصين واليابان قد اعتمدت منذ أقدم الأزمنة على ورق أشجار التوت فى صناعة الورق .

٣ - مجموعة لب الخشب :

يوجد نوعان متميزان من لب الخشب : النوع الأول : هو لب الخشب المصنوع بطريقة صحن الخشب ميكانيكيا ثم نقهه ، أما النوع :

الثاني : فيور لب الخشب المحضر بالطرق الكيميائية وتوجد أن أنورث المصنوع من لب الخشب المحضر بالطريقة الأولى يظل محويًا على المركبات غير السليولوزية كاللجنين والتانينات ولذلك نجده فريسة سهلة لعراجل التلف ، بينما نجد أن الورق المصنوع من لب الخشب المحضر بالطرق الكيميائية قد تخلص من نسبة كبيرة من هذه المركبات غير السليولوزية ٠٠ ولهذا نجده أكثر من النوع الأول مقدرة على مقاومة عوامل التلف .

ولقد استخدم لب الخشب في صناعة الورق على نطاق تجارى منذ ما يزيد على السبعين عاما وقد أصبح الآن المصدر الرئيسى لصناعته .

٤ - مجموعة الخرق البالية :

أنتجت أفخر أنواع الورق وأكثرها مقدرة على مقاومة عوامل التلف من الخرق البالية على اختلاف أنواعها ٠٠ وقد اشتهرت بلدان الشرق منذ أقدم الأزمنة بانتاج هذا النوع من الورق الذى كان يصنع بطريقة يدوية .

طرق فحص الورق

أولا - طرق التعرف على نوعية الألياف المستخدمة في صناعة الورق :

يمكن الاستدلال على وجود ألياف الخشب غير المنقى بإضافة نقطة واحدة من عدة محاليل كيميائية على الورق مباشرة ٠٠ ومن الضروري جدا فى هذه الحالة اختيار مكان غير ظاهر بعيدا عن الكتابات والتأكد من أن المحاليل الكيميائية المستخدمة فى عمليات التعرف لا تتسبب فى أحداث تلف بالأوراق التى يجرى فحصها ٠٠ وكقاعدة عامة يجب تجنب استخدام محاليل الأحماض المعدنية ، والمحاليل الكيميائية التى تستخدم عادة لهذا الغرض هى :

١ - محلول الفلوروجلوسين : (Phloroglucin)

يحضر محلول الفلوروجلوسين بإذابة جرام واحد من الفلوروجلوسين فى مزيج يتكون من ٢٥ ملليمترًا من كل من الماء وحمض الهيدروكلوريك المركز ٠٠ ويحفظ محلول الفلوروجلوسين فى زجاجات بنية اللون وبعيدا عن الضوء .

وبإضافة نقطة واحدة من هذا المحلول على ورق يحتوى على نسبة صغيرة من ألياف الخشب غير المنقى يصطبغ الورق على الفور ببقعة قرمزية اللون ٠٠ أما فى حالة احتواء الورق على ألياف الخشب غير المنقى بنسبة ٥٪ أو أكثر فإن الورق يتلون ببقعة ذات لون أحمر غامق .

ونجدز الإشارة الى أن هذه الطريقة لا يصح استخدامها في حالة
الاور و الملوثة أو المصبوغة وذلك على أساس أن حمض الهيدروكلوريك
الموجودة في محلول الفلوروجنوسين يتسبب عادة في تغير لون الورق الى
اللون الأحمر .

٢ - محلول كبريتات الأنيلين : (Aniline Sulphate)

ويحضر بإذابة ٥ جم من كبريتات الأنيلين في ٥٠ سم^٣ من الماء
نصف الى نقطة واحدة من حمض الكبريتيك المركز .

وبإضافة نقطة واحدة من هذا المحلول الى الورق المحتوى على ألياف
من الخشب غير المنقى فان المكان المعالج يصطبغ ببقعة صفراء اللون .

٣ - محلول البارانيتروانيلين : (Paranitrol aniline)

ويحضر بإذابة ٥ جم من كبريتات الأنيلين في ٥٠ سم^٣ من الماء
المركز ٠٠ وبإضافة نقطة واحدة من هذا المحلول الى الورق الذى يحتوى
على ألياف من الخشب غير المنقى تظهر على الفور بقعة صفراء اللون .

وبالإضافة الى المحاليل الكيميائية السابق ذكرها توجد بعض
التركيبات الكيميائية التى يمكن بواسطتها التفرقة بين لب الخشب المنقى
وغير المنقى كما يمكن بواسطتها تمييز معظم عجائن الورق التى لم يعبر لها
عمليات تبييض (Bleaching) وبيانها كالآتى :

(١) محلول مركز من كلوريد الماغنسيوم ٢ جزء

محلول مركز من كلوريد الكالسيوم ٢ جزء

محلول مركز من كلوريد الزنك ٢ جزء

ماء ٦ أجزاء

١٪ محلول يوديد البوتاسيوم المشبع باليود ٧ أجزاء

ويراعى مزج مركبات الكلوريد أولا وبعد ذلك يضاف اليها الماء
وأخيرا يضاف محلول اليود ٠٠ ويحفظ المحلول الرائق بعد أن يضاف
اليه قليل من اليود فى زجاجة معتمة غامقة اللون حتى لا يفقد المحلول
مقدرته على تلوين الألياف ٠٠ ويمكن التصرف فى نسب مزج المكونات
المختلفة بغرض الحصول على أقصى تباين فى لون البقع الناشئة عن تفاعل
مكونات المحلول مع ألياف العجائن المختلفة المراد فحصها ٠٠ كما يمكن
استبدال محلول كلوريد الماغنسيوم بمحلول من كلوريد الألومنيوم .

وتجدر الإشارة الى أن البقع الناشئة عن التفاعل يمكن أن تحتفظ بخصائصها مدة طويلة من الزمن قد تصل الى عدة أسابيع أو شهورا اذا ما عزلت عن تأثير الهواء والضوء .

ونجد أن محلول كلوريد الزنك يتفاعل مع الألياف بحيث يظهر عليها لون أزرق ٠٠ أما كلوريد الكالسيوم فينتج عنه لونا أزرقا واضحا في حالة العجائن المصنوعة بالطرق القلوية ، على الرغم من كونه يعطى معظم الألياف لونا أحمر كما يفعل كلوريد الماغنسيوم وكلوريد الألومنيوم .

وكما قلت كمية الماء المستخدم كلما أمكن الحصول على تباين أكثر في لون البقع الناتجة ٠٠ والواقع أن هذا التركيب يعطى أفضل النتائج عندما يراد التفرقة بين عجائن الورق المصنوعة من الخرق وبين عجائن الورق المصنوعة من الخشب المصحون أو الخشب المعالج بالطرق الكيميائية .

(ب) محلول مركز من كلوريد الكالسيوم ٥ أجزاء

ماء ١٠ أجزاء

٢٪ محلول يوديد البوتاسيوم المشبع باليود ٤ أجزاء

(ج) محلول مركز من كلوريد الكالسيوم ٤ أجزاء

ماء ٧ أجزاء

١٪ محلول يوديد البوتاسيوم المشبع باليود ٥ أجزاء

وبلاحظ اذا ما نظرنا الى التركيبتين الكيميائيتين (ب) ، (ج) أن نسبة محلول يوديد البوتاسيوم واليود والماء لها أهمية كبرى حيث يترتب عليها تغيرات أساسية في نوعية ألوان البقع الناشئة ٠٠ كما أن تأثير مدى ذوبان اليود في بعض محاليل الكلوريدات لا يقل أهمية عن تأثير الكلوريد ذاته ٠٠ ولهذا يجب اختبار تأثير هذه التركيبات الكيميائية على عينات مأخوذة من أوراق قليلة الأهمية .

والواقع أن فحص الورق باستخدام التركيبات الكيميائية سالفة الذكر يتطلب خبرة كبيرة بالخصائص الميكروسكوبية للبقع الناتجة عن تفاعل هذه التركيبات مع ألياف الورق والمواد الداخلة في تركيبه ٠٠ ويلزم مقارنة الأطياف أو الألوان الناتجة بالجداول القياسية للحصول على أفضل النتائج .

ولما كان الأمر كذلك ، فلعله يكون من المفيد أن نورد في هذا الصدد

كيفية اعداد السرائح انيكروسكوبية والظروف المناسبة للفحص
النيكروسكوبى ٠٠ وعى على النحو التالى :

يضاف المحاليل الكيميائية الكاشفة الى عدد من ألياف الورق المراد
فحصه بعد وضعها على شرائح ميكروسكوبية ٠٠ وسوف يتم التفاعل بينهما
فى دقائق معدودة ٠٠ وعندما تصطبغ ألياف الورق بالبقع اللونية الناتجة
عن التفاعل تبدأ عملية الفحص الميكروسكوبى باستخدام ضوء قوى يمرر
من خلال مرشحات زرقاء ٠٠ وفى هذه الحالة يمكن اتباع أسلوب الضوء
النفوذ و الضوء المنعكس ٠٠ ويفضل وضع الشريحة الميكروسكوبية على
حامل بيض اللون ٠٠ ومن العوامل التى تكفل اتمام عملية الفحص
الميكروسكوبى على الوجه الاكمل كون البقع اللونية نظيفة ظاهرة لعدة
ساعات من بدء التفاعل بين المحاليل الكيميائية الكاشفة وبين ألياف
الورق ٠٠ ونجد أن الضوء يتفاعل مع البقع بحيث تبدو تحت الميكروسكوب
بألوان مختلفة تبعاً لنوعية الألياف المستخدمة فى صناعة الورق وذلك على
النحو الموضح فيما يلى :

أحمر : ألياف قطن أو قنب مبيض أو ورق
شجر التوت .

قرمزي مائل الى البرتقالى : ألياف منقاة أو مبيضة أو ألياف
تحتوى على لب الكبريتيت
(Sulphite Pulp)

لافاندر شاحب جدا : ألياف مبيضة (Bleached) أو ألياف
من لب الكبريتيت .

أحمر بنفسجى شاحب : ألياف منقاة أو مبيضة أو ألياف
من لب الكبريتيت أو ألياف
مأخوذة من خشب صلد أو ألياف
من نبات الاسبارتو المبيض .

أحمر بنفسجى غامق : ألياف منقاة أو مبيضة أو من لب
الكبريتات . (Sulphate Pulp)

أزرق بنفسجى : ألياف مبيضة أو من لب الكبريتات

أزرق رمادى : ألياف من لب الصودا Soda pulp
المبيض أو غير المبيض أو ألياف
من لب الاسبارتو المبيض .

أزرق : ألياف مبيضة من لب نبات الحلفا
أو ألياف مبيضة من لب الخيزران
(الغاب الهندى) .

أصفر غامق : ألياف من لب الخشب المتصحون
غير المنقى أو ألياف من الحوت
الغير منقى أو أية ألياف تحتوى
على اللجنين .

الألوان الصفراء بدرجاتها المختلفة : لب كبريتيت غير مبيض .

ومن هذا يتضح لنا أن ألياف الورق التى تحتوى على نسبة عالية من الألفا سليولوز Alpha Cellulose مثل ألياف القطن والكتان والألياف المصنوعة من لب الورق المنقى وهى بطبيعتها أكثر أنواع الألياف مقاومة لعوامل التلف - تتفاعل مع المركبات الكيميائية الكاشفة السابق ذكرها بحيث تبدو البقع اللونية الناتجة عن التفاعل تحت الميكروسكوب حمراء أو محمرة اللون . أما الألياف التى تتفاعل مع هذه المحاليل بحيث تظهر البقع الناتجة عن التفاعل تحت الميكروسكوب مزرقه اللون فانها بطبيعتها أقل درجة فى مقاومتها لعوامل التلف . وفى نفس الوقت نجد أن الألياف التى تظهر نواتج تفاعلاتها مع المحاليل الكيميائية الكاشفة تحت الميكروسكوب صفراء اللون أقل أنواع الألياف مقاومة للتلف .

ويهمنى أن أنوه فى هذا الصدد الى أن الأوراق المصنوعة من ألياف غير منقاه تتميز بسرعة التلف لاحتوائها على مركبات غير سليولوزية بينما تتميز الأوراق التى تحتوى على نسبة كبيرة من الألفا سليولوز بمقاومتها الكبيرة لعوامل التلف وبقابليتها للبقاء .

التعرف على نوعية ألياف الورق باستخدام اليود

الذائب فى محلول يوديد البوتاسيوم :

لما كانت جميع المحاليل الكيميائية الكاشفة التى سبقت الإشارة اليها تحتوى على أحماض الكبريتيك والهيدروكلوريك وأملاح الكلوريدات وهى بلا شك مواد لها خطورتها ، فلقد كان من الضرورى البحث عن تركيبات كيميائية أخرى تعطى النتائج المطلوبة ولا تضر بالأوراق المراد فحص أليافها . ولقد ثبت بالتجربة أن اليود الذائب فى محلول يوديد البوتاسيوم بتركيز كبير يعطى بقعا لونية مميزة مع أغلب الألياف المستخدمة بصفة رئيسية فى صناعة الورق .

ويحضر محلول اليود المطلوب بإذابة عشرة جرامات من يوديد البوتاسيوم فى خمسة ملليترات من الماء ثم يضاف الى المحلول الناتج عشرة جرامات من اليود ٠٠ وبإضافة نقطة واحدة من المحلول الناتج الى الورق المراد فحص أليافه تتكون عن الفور بقعة ذات لون بنى شامق . ولكنها بعد ان تغسل بماء مقطر ثلاثة مرات متتالية يمكن تمييز اللون الناتج عن التفاعل بين مكونات المحلول والألياف الورق ٠٠ يحدد نوع الألياف المستخدمة فى صناعة الورق الذى يجرى فحصه طبقا للون الناتج عن التفاعل وذلك على النحو التالى :

- الألياف المصنوعة من الخرق البالية
تعطى اللون الأحمر بدرجاته ٠٠
- الألياف المصنوعة من لب الصودا
تعطى اللون الأزرق ٠٠
- الألياف المصنوعة من لب الكبريتيت
تعطى اللون البنفسجى ٠٠
- الألياف المصنوعة من لب الخشب المصحون
تعطى اللون الأصفر ٠٠
- الألياف المصنوعة من لب الخشب الكيماوى غير المبيض
تعطى اللون البنى بدرجاته ٠٠

ونجد أن نوعية البقع اللونية الناتجة عن التفاعل تتشابه مع تلك التى تنتج عن التفاعل مع المحاليل الكيماوية الكاشفة التى تحتوى على الكلوريدات واليود ولكنها تزول فى وقت أقل .

ولا يفوتنى أن أنوه الى أن طبيعة التفاعل الذى يتم بين مكونات محلول اليود والألياف الورق تحتاج الى مزيد من الدراسة كما أن نوعية البقع الناتجة عن التفاعل تحتاج الى الأخرى الى مزيد من الفحص والتجربة حتى يمكن الوصول الى نتائج نهائية ثابتة تساعد فى النهاية على عملية التعرف على الألياف الموجودة فى الأنواع العديدة والمتباينة من الورق التى قد يطلب البنا فحصها خاصة وأن صناعة الورق فى الأزمنة القديمة كانت تتم دون مواصفات محددة .

ثانياً - طرف التعرف على المواد الرابطة والمواد المالئة :
(Sizing and Loading Substances)

المواد الرابطة والمواد المالئة لا تؤثر بدرجة كبيرة على مقاومة الورق

لعوامل التلف ما لم توجد به بكمية كبيرة ٠٠ وسوف تقتصر هنا على طرق التعرف على المواد الرابطة والمالئة التي ثبت استخدامها فى صناعة الورق منذ أقدم الأزمنة ويمكن تلخيصها على النحو التالى :

(١) التعرف على المواد المالئة : Filling or Loading Substances

يمكن التعرف على المواد المالئة سواء كانت من الطفس أو غيره من المركبات المعدنية بالفحص الميكروسكوبى ٠٠ وحتى تظهر حبيبات هذه المواد واضحة تحت الميكروسكوب فانه من الضرورى معالجة عينة الورق المراد فحصه بمحلول من حمض الخليك القوى أو بمزيج من الجلسرين وحمض الكبريتيك والماء ٠٠ وإذا كان من المرغوب فيه تحديد كمية المواد المعدنية المالئة المستخدمة فى صناعة الورق فيجب أن تحرق عينة موزونة من الورق المراد فحصه فى بوتقة من المعدن أو الصينى عند درجة ١٠٥٠ م ثم يوزن بعد ذلك الرماد المتخلف عن عملية الحرق ٠٠ وبهذا يمكن تقدير كمية المواد المالئة المستخدمة .

(ب) التعرف على المواد الرابطة : Sizing materials

١ - النشا : (Starch)

يمكن التعرف على النشا الذى استخدم كمادة رابطة فى صناعة الورق منذ أقدم الأزمنة وذلك بإضافة نقطة من محلول مخفف من اليود الذائب فى يوديد البوتاسيوم الى العينة المراد فحصها ٠٠ وان ظهور لون أزرق أو لون أزرق مائل الى الأحمر يدل على وجود النشا .

وفى الحالات التى يمكن فيها أخذ عينة من الورق المراد فحصه يمكن اتباع الطريقة الآتية :

لما كان النشا لا يذوب فى الماء البارد ولكنه يذوب عندما يضاف اليه ماء مغلى ٠٠ لذلك توضع العينة المأخوذة من الورق فى دورق به ماء مغلى وترج جيدا ثم يرشح المحلول الناتج ويستخدم فى عمليات التعرف على وجود النشا وذلك على النحو التالى :

اختبار اليود :

بإضافة محلول اليود الى محلول النشا يتكون لون بنفسجى يزول بالتسخين ولكنه يعود ثانية بالتبريد .

التحلل المائي :

عندما يغنى محلول النشا مع حمض الهيدروكلوريك لعدة دقائق فإن النشا يحلل إلى الجلوكوز ٠٠ وللكشف عن الجلوكوز الناتج عن تحليل النشا يعادل المحلول بعد تبريده بإضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم ثم يضاف محلول فيلننج ٠٠ وفي حالة وجود الجلوكوز يتكون راسب أحمر من أكسيد النحاسوز .

٢ - القلفونية : (Rosin)

يمكن التعرف على وجود القلفونية بأكثر من طريقة نوجزها على النحو التالي : -

- تؤخذ قطعة صغيرة من الورق المراد فحصه وتغلى مع حمض أنهيدريت الخليك (Acetic anhydrite) لمدة خمس دقائق ثم يترك المحلول ليبرد وبعدها يضاف إلى المحلول الناتج وبخذر شديد كمية قليلة من حمض الكبريتيك المركز ٠٠ وفي حالة القلفونية تتكون حلقة عائمة قرمزية اللون تهرب بسرعة عند رج المحلول (أو)

- توضع نقطة من الاثير على مساحة صغيرة من الورق المراد فحصه وتترك لتتبخر ٠٠ وفي حالة وجود القلفونية تتكون حلقة منها أى من القلفونية حول الحدود الخارجية لنقطة الاثير (أو)

- تؤخذ قطعة صغيرة من الورق المراد فحصه وتغلى مع حمض خليك ثلجي (Glacial acetic acid) أو مع كحول يحتوى على كمية صغيرة جدا من حمض الخليك ثم يصب المحلول الناتج فى ماء مقطر بارد ٠٠ وفي وجود القلفونية تتكون على الفور عكارة واضحة (أو)

- توضع نقطة من حمض الكبريتيك المركز على مساحة صغيرة جدا من الورق المراد فحصه ثم يضاف إليها بللورة من السكر ٠٠ وفي حالة وجود القلفونية يتكون على الفور لون أحمر مائل قليلا إلى الأصفر .

ويجب الإشارة إلى أن الطريقة الأخيرة قد لا تصلح للكشف عن القلفونية في حالة احتواء الورق على مواد زلالية أو إذا كان مصنوعا من الخشب المصحون (Ground Wood) لأنها يعطيان نفس النتيجة .

وفد ادخلت على هذه الطريقة بعض التعديلات للحصول على نتائج أفضل عند فحص الورق الذى قد يكون النشا مستخدما فيه كمادة رابطة بجانب القلونية ٠٠ وذلك على أساس أنه تنتج عن وجود النشا بقعة بنية اللون تطمس اللون الأحمر الذى يستدل به على وجود القلونية وتتلخص التعديلات التى أدخلت على هذه الطريقة فيما يأتى : -

يحضر مزيج من حمض الخليك الثلجى ومحلول سكر مركز بنسبة ١ : ١ ثم توضع نقطة من هذا المزيج على مساحة صغيرة جدا من الورق المراد فحصه وتترك لتجف ثم يضاف إليها بعد الجفاف نقطة من حمض الكبريتيك المركز فتتكون بقعة من اللون الأحمر المائل قليلا الى الأصفر تتفاوت فى شدتها حسب نسبة وجود القلونية بالورق (أو)

يحضر مزيج يتكون من ثلاثة أجزاء من حمض الكبريتيك المركز وجزأين من الجلسرين وجزء من الماء ٠٠ ثم توضع نقطة من هذا المزيج على مساحة صغيرة من الورق المراد فحصه ٠٠ إلى ذلك إضافة نقطة من محلول مركز من السكر ثم نقطة من حمض الكبريتيك المركز فيتكون اللون الأحمر الذى يستدل به على وجود القلونية .

ولا يفوتنى أن أشير فى هذا الصدد الى أن القلونية من المواد التى تزيد من قابلية الورق للتلف حتى ولو كان وجودها بنسبة صغيرة .

٣ - الغراء والكازين : - (Glue and Casein)

استعمل الغراء والكازين ، وهما من المواد البروتينية منذ أقدم الأزمنة كمواد رابطة فى صناعة الورق ولانتاج الأنواع الجيدة منه ٠٠ ويمكن التعرف على وجود الغراء والكازين وغيرهما من المواد البروتينية بأكثر من طريقة هى : -

- يحضر محلول من موليبيدات الأمونيوم وذلك بإذابة ثلاث جرامات من موليبيدات الأمونيوم فى ٢٥ سم^٣ من الماء المقطر ثم يضاف ٢٥ سم^٣ من حمض النيتريك النقى المخفف بالماء بنسبة ٢ : ٣ ثم تؤخذ نقطة من هذا المحلول وتوضع على مساحة صغيرة من الورق المراد فحصه فيتكون راسب أبيض فى حالة وجود الغراء .

ولما كان هذا المحلول يتلف مع الوقت فيجب أن يستخدم فى هذه التجربة محلول حديثا (أو)

– تؤخذ عينة صغيرة من الورق المراد فحصه (حوالى نصف جرام)
وتغلى مع ١٠ سم^٣ من محلول ١٪ من الصودا الكاوية ثم يرشح
المحلول الناتج ويبرد ثم يعادل تماما بحمض الهيدروكلوريك ٠٠
وأخيرا يضاف اليه محلول موليبدات الأمونيوم الذى يحضر
بالطريقة السابق الاشارة اليها بنسبة ٢ : ١ فيتكون راسب
أبيض فى حالة وجود الغراء أو غيره من المواد البروتينية (أو)

– للتعرف على وجود الكازين تؤخذ عينة صغيرة من الورق وتغلى
مع ١٠ سم^٣ من محلول ١٪ من الصودا الكاوية ثم يرشح
المحلول الناتج ويبرد ثم يعادل تماما بحمض النيتريك ثم يسخن
مع مستكشف ميللون (Millon's reagent) فيتكون لون
أحمر فى حالة وجود الكازين .

ويحضر مستكشف ميللون بإذابة ٢ جم من الزئبق النقي
فى ٤٠ جم من حمض النيتريك النقي ويخفف المحلول الناتج
بإضافة ١٨٠ سم^٣ من الماء المقطر (أو)

– يسخن قليل من الورق المراد فحصه مع الماء ثم يرشح المحلول
الناتج ويترك ليبرد ٠٠ وأخيرا يصب فى محلول من التانين
(Tannin) فيتكون راسب متخثر كبير الحجم فى وجود الغراء
أو ما يشابهة من مواد بروتينية (أو)

– تنقع عينة صغيرة من الورق فى محلول بارد من كبريتات
النحاس نسبة تركيزة ٢٪ ثم ترفع عينة الورق من محلول
كبريتات النحاس وتشطف بالماء وتجفف ثم يضاف اليها نقطة
من محلول مائى من الصودا الكاوية نسبة تركيزة ٥٪ فيتكون
لون بنفسجى فى حالة وجود الغراء أو غيره من المواد
البروتينية .

ولعل من المفيد أن نشير هنا الى أن الغراء ولو أنه يتسبب
عادة فى إصابة الورق بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية
الدقيقة الا أنه لا يتسبب فى حد ذاته فى إتلاف الورق ولا يقلل
من مقاومته لعوامل التلف الفيزيو – كيميائية .

ثالثا : طرق التعرف على مواد الكتابة (الأحبار)

لقد أثبتت الدراسات التى أجريت فى هذا المجال أنه يمكن بالفحص
الكيميائى التعرف ليس فقط على الأنواع المختلفة من الأحبار التى

استخدمت فى الكتابة بل يمكن أيضا معرفة العمر النسبى لها أو حتى الأقل معرفة الأقدم والأحدث من هذه الكتابات .

والمحاليل الكيميائية التى استخدمت بنجاح فى عملية التعرف على مواد الكتابة التى شاع استخدامها فى الأزمنة القديمة هى :

- ١ - محلول من حمض الهيدروكلوريك المخفف نسبته ٥٪ .
- ٢ - محلول من حمض الأوكساليك المخفف نسبته ٥٪ .
- ٣ - محلول من كلوريد القصديروز نسبته ٥٪ .
- ٤ - غاز الهيدروجين النشط المتولد بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف بنسبة ٥٠٪ الى الزنك .
- ٥ - محلول مخفف من البرومين .
- ٦ - محلول مركز من هيبوكلوريت الصوديوم أو الكالسيوم .
- ٧ - محلول من كلوريد التيتانيوم التجارى .
- ٨ - محلول نسبة تركيزه ٥٪ من حديدو سيانيد البوتاسيوم مضافا اليه حمض الهيدروكلوريك بنسبة ١٪ .

ويجب اضافة المحاليل الكيميائية الكاشفة الى مواد الكتابة المراد فحصها بواسطة ماصه مسحوب طرفها على شكل أنبوبة شعيرية . . كما يجب فحص الكتابة بعد معالجتها بالمحاليل الكاشفة بالميكروسكوب فى كل من الضوء النافذ والضوء المنعكس مرة بعد بداية التفاعل بخمس دقائق ومرة أخرى بعد تعريضها للضوء لمدة اثنتى عشر ساعة . . ومن الضروري أيضا فحص بقع الألوان التى تظهر على السطح الخلقى من الورق المراد فحص مواد الكتابة به . . وفى حالة استخدام محلول كلوريد التيتانيوم ينصح بإزالة الكمية الزائدة منه بعد مرور خمس دقائق من اضافته وذلك باستخدام قطعة صغيرة من ورق النشاف . . وكقاعدة عامة يمكن القول بأن المواد المستخدمة فى تكوين الأحبار تقاوم تأثير المحاليل الكيميائية الكاشفة السابق الإشارة إليها أكثر من مادة الأحبار ذاتها بينما نجد أنها أقل مقاومة لتأثير الهواء والضوء .

وبالإضافة الى ما تقدم فانه يمكن التعرف على وجود مركبات الكروم التى توجد فى بعض الأنواع من مواد الكتابة باتباع الاختبار المعروف باسم اختبار فان إك (Van Eck's test) والذى يستخدم فيه كل من مادة الألفا نفتايل أمين (Alpha — naphthyl amine) وحمض الطرطريك

(Tartaric acid) وذلك بعد إزالة المواد الملونة للأحبار عن طريق
استخدام مادة مؤكسده مثل عيبوكلوريت الصوديوم ..

ويستدل على وجود مركبات الكروم (Chromates) بظهور لون
أزرق .. وبالإضافة الى ذلك فإنه يمكن التعرف على وجود مركبات
الكروم باستخدام مادة البيزدين (Benzidine) التي تعطي أيضا لونا
أزرق مع مركبات الكروم .

وفيما يختص بحبر الكربون الذي استخدم بكثرة في الأزمنة
القديمه فليست هناك حاجة لاستعمال أية محاليل كيميائية كاشفة ..
ويتى التعرف على وجود حبر الكربون استخدام طرق الفحص
اشكرو سكوبى .

وسوف أحاول تلخيص كيفية التعرف بالطرق الكيميائية على
مجموعة من الأحبار التي استخدمت بصفة عامة فى الأزمنة القديمة ..
وذلك على النحو الموضح فى الجدول الآتى : -

جبر البروزوسين	جبر المناديوم	جبر البروسين	جبر الخشب المنوع		جبر عظمي الحديد	المحلول الكيميائي الكاشف
			كميات الانعاس	كرومات البرونسيوم		
لون احمر ناصع	دخان كثيف ويحول لونه	لا يتغير لونه	لون برتقالي اصفر	لون بنفسجي	3 %	محض الاوكساليك الخفيف
يزول لونه	دخان كثيف ويحول لونه	دخان كثيف ولون ازرق غامق	لون برتقالي اصفر	لون بنفسجي	10 %	محض الستريك الخفيف
لون وردي ناصع	يزول لونه بدرجة بسيطة ودخان كثيف *	لا يتغير تقريبا	لون احمر ادم	لون وردي احمر	10 % بقية ذات لون اصفر باهت *	محض الهيدروكلوريك الخفيف
لون احمر ناصع	يزول لونه بدرجة بسيطة	لا يتغير لونه	لون وردي احمر	لون احمر	20 %	محض الكبريتيك الخفيف
لون وردي ناصع	يزول لونه بدرجة بسيطة جدا	دخان بسيط	لون احمر وردي	لون احمر	20 %	محض النتريك الخفيف
يزول لونه	يدخن ويحول لونه بدرجة بسيطة *	لا يتغير لونه	لون احمر	لون احمر	يزول لونه	كلوريد الصديروكسوز + محض الهيدروكلوريك + ماء بنسبة 1 : 1 : 10
يزول لونه	يدخن ويحول لونه بدرجة بسيطة	لا يتغير لونه	لون احمر	لون بنفسجي مائل الى الازرق	يزول لونه	محلول مركز من ثاني اكسيد الكبريت

المحلول الكيمائي الكاشف	جبر على الحديد	جبر القشب المتفرع		جبر التجزئين	جبر الماء يوم	جبر الرزوسين
		كرومات البوتاسيوم	كبريتات النحاس			
محلول كلوريد الذهب	٧٤	لون أزرق مائل إلى البني	لون بني	لا يتغير لونه	يدخن ويحول لونه بدرجة بسيطة	يدخن ويكون لون بني
ثيو كبريتات الصوديوم + ماء + نوتريساو	بشكل بسيط	لون أزرق قاتم	لون أزرق غامق	يدخن ويبقى اللون الأبيض	يدخن بشكل شديدا	لون بني
بنسبة ١ : ١٠ : ١		لون أزرق	لون وردي مائل إلى اللون الأحمر	لا يتغير لونه	لا يتغير لونه	لون وردي
حديد وسيناء البوتاسيوم + ماء + حفص		لون أزرق غامق	لون أحمر	يدخن ويبقى بنفسجي غامق	يدخن ويبقى لون بني وردي	لا يتغير لونه
محلول هيدروكسيد الصوديوم	٧٤	لون أزرق غامق	لون بني	لا يتغير لونه	لا يتغير لونه	لون بني
محلول كلوريد الكالسيوم	٧٣	لون أزرق غامق	لون بني	لا يتغير لونه	لا يتغير لونه	لون بني

رابعاً : طرق التعرف على التزييف فى الوثائق والمخطوطات

للتعرف على التزييف فى الوثائق والمخطوطات وهو أمر شائع فى كل زمان ومكان يوصى شيفالييه (Chevallier) باتباع أسلوب العمل الآتى حسب تتابع خطواته : -

١ - فحص مواضع الكتابات المراد فحصها فى الوثيقة أو المخطوطة بعدسة مكبرة ٠٠ وفى هذه الحالة يجب ملاحظة لون الحبر المستخدم وهيئة وشكل حواف الكتابة وهل هى مستوية أم لا ؟ ٠٠ وفى حالة حدوث كشط أو محو يدوى فان الورق فى الأماكن المكشوفة سوف يبدو غير متناسق فى سمكه .

٢ - معالجة مواضع الكتابات المراد فحصها بالماء المقطر وسوف نجد فى حالة حدوث تزوير أن قابلية الورق لامتصاص الماء سوف تتفاوت من مكان لآخر .

٣ - معالجة مواضع الكتابات المراد فحصها بالكحول النقى والغرض من استخدام الكحول النقى هو التأكد من عدم وجود الكواد الرابطة (Sizing materials) حيث أنها تزال عادة عند محو الكتابات الأصلية بغرض التزوير ٠٠ وعند معالجة مواضع الكتابات المزورة بالكحول نجد أن مواد الكتابة المستخدمة فى التزوير تنتشر بسرعة بل تنفذ من خلال الورق فى المواضع التى أزيلت منها الكتابات الأصلية بالكشط ٠٠ وفى حالة التزوير المتقنة نجد أن المزورين يستخدمون عادة القلقونية أو الغراء لربط شعيرات ألياف الورق فى الأماكن التى كشطت الكتابات الأصلية منها ٠٠ وفى هذه الحالة يجب معالجة هذه الأماكن بالماء الدافئ أولاً ثم اختبارها بعد ذلك بالكحول النقى .

٤ - اختبار الكتابات المراد فحصها بورق عباد الشمس الأزرق والأحمر وفى هذه الحالة توضع أماكن الكتابات المراد فحصها بعد تنديتها بالماء بين ورقتين من عباد الشمس الأزرق أو الأحمر ثم توضع وهى على هذا النحو بين لوحين من الزجاج وتترك لبعض الوقت ٠٠ وبعد ذلك تفحص أوراق عباد الشمس للوقوف على التغيرات التى حدثت لها ٠٠ وفى حالة حدوث تغير فى لون ورق عباد الشمس لابد من ملاحظة هل هو تغير منتظم أو غير منتظم .

٥ - اختبار الكتابات المراد فحصها بالمحاليل الكيميائية الكاشفة وفى هذه الحالة تندى أماكن الكتابات المراد فحصها بالماء ثم تعالج

بالمحاليل الكيميائية الكاشفة . . ومن أمثلة المحاليل الكيميائية
التي يمكن استخدامها ليذا الغرض حمض الجاليك (Gallic acid)
وحديد وسيانيد البوتاسيوم (Potassium ferro cyanide)
او كبريتيد الهيدروجين (Hydrogen Sulphide) وفي هذه الحالة
لا بد أن تتكرر المعالجة الكيميائية بعد مرور أربع وعشرين ساعة . .
وسوف تظهر آثار الكتابات الأصلية اذا ما كان بالورق بعض
انحائها بعد مضي فترة تتراوح ما بين عشرة وثلاثين يوما .

وهذه طريقة أخرى يتم بها التعرف على الكتابات المزورة . . وفي
هذه الطريقة تعرض مواضع الكتابات المراد فحصها - بعد تنديتها بالماء -
الى أبخرة ايود . . وسوف تتبقع الأماكن التي أزيلت منها المواد الرابطة
أثناء عملية محو الكتابات الأصلية باللون الأزرق بينما تصطبغ الأماكن
الأخرى ببقع بنية اللون .

وبجانب هذا الأسلوب التقليدي الذي اقترحه شيفالبي للتعرف على
الكتابات المزورة في الوثائق والمخطوطات فإنه يمكن حاليا بعد أن تطورت
التطبيقات العلمية في مجال دراسة وصيانة الوثائق والمخطوطات استخدام
مصادر الأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء في التعرف على الكتابات
المزيفة . . يبا يمكن أيضا استخدام وسائل التصوير الفوتوغرافي
باستخدام الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية . . ومما لا شك فيه
أن هذه الطرق الحديثة أجدي وأكثر نفعا من الوسائل التقليدية بل أكثر
ملائمة لطبيعة الوثائق والمخطوطات الا أنني أرى أن المرمم ورجل الصيانة
سيظل دائما في حاجة الى استلزام جميع الطرق والأساليب حتى يكون
قادرا على حل المشكلات الصعبة والمتشعبة التي يقابلها من خلال عمله
فأعمال الصيانة والعلاج والترميم ليست بالأعمال النمطية بل أراها
كالمصعب الذي يتجمع فيه العديد من روافد العلم والمعرفة .

خامسا : وسائل قياس تلف الورق

Means of Measuring Deterioration of Paper

قد يكون ممكنا من حيث المبدأ التعرف على طبيعة ونوعية التفاعلات
التي تتم بين أحد مكونات الورق وعوامل التلف التي يقع تحت تأثيرها
. . وهي التفاعلات التي تؤدي في العادة الى تكسير تركيبه الكيميائي
وتسبب في تحويله الى مركبات كيميائية أبسط . . ولكن امكانية
تعرفنا هذه لن تكون متيسرة أو كافية من الناحية العملية لاعطاء فكرة
كاملة عن طبيعة ونوعية التفاعلات المتبادلة بين مكونات الورق ثم بينها

وبين العوامل الخارجية ٠٠ ومن ثم فسوف نجد أنفسنا في النهاية ٠ غير قادرين على إعطاء تصور شامل للكيفية التي يتلف بها الورق ٠٠ تلك المادة المعتدلة التركيب إلى حد كبير ٠٠ خاصة وأن الفحص الميكروسكوبي للألياف سوف يعطينا فقط نتائج وصفية (Qualitative results) كما أن طرف الفحص الكيميائي التي تقدر فيها ملامد درجة بلورة الورق أو تعيين ما يسمى بالرقم النحاسي تعطى فقط فكرة اجمالية عن كمية تحلل بعض المكونات ٠٠ ولهذا نجد أن المعامل المتخصصة في صيانة الورق تلجأ إلى الطرق غير المباشرة لدراسة وفحص الورق ٠٠ وهذه الطرق تعتمد على دراسة الخواص الميكانيكية للورق ٠

ولما كانت القوة الميكانيكية للورق ومقاومته لعوامل التلف هي أهم صفات الورق الجيد ٠٠ ولما كانت هذه الصفات التي تتميز بها الأنواع الجيدة من الورق تعود في المقام الأول إلى نوعية ما يوجد بها من مواد سليولوزية فإنه يكون من المنطقي البدء بمعرفة كيف يتفاعل السليولوز وعلى أية صورة يتواجد في الورق ٠

والأساس العلمي لطرق فحص الورق التي تتركز على دراسة الميكانيكية تقوم على العلاقة بين التركيب البنائي للألياف وبين الخواص الطبيعية للورق ٠

ولقد أشار ج . هال (G. Hall) إلى أن هناك فرقا واضحا بين بقاء الورق - أي مقاومته لعوامل التلف - وبين بقاء السليولوز - أي مقاومته للتحلل - وذلك على أساس أن تحلل السليولوز لا يتوقف إلى حد كبير على التركيب البنائي للألياف الورق المصنع ٠٠ بينما يتوقف بقاء الورق على عدم تحلل السليولوز ٠٠ ومن هذا يمكن القول بأن نتائج الفحص باستخدام الطرق الطبيعية تعتبر معيارا لتلف الورق ٠

وفيما يلي سوف نتناول بإيجاز الطرق المختلفة لفحص وقياس تلف الورق :-

(١) طرق فحص وقياس الخواص الميكانيكية للورق

وهي الطرق التي تعتمد على دراسة الخواص الميكانيكية للورق ، ونذكر منها الطرق الآتية :-

١ - قياس مدى تحمل الورق للثني (Folding endurance)

يعتبر مدى تحمل الورق للثني مقياسا على أكبر قدر من الأهمية يرتبط في نظر بعض الدارسين بعدد من الخواص الطبيعية مثل طول

والنيون والاحتكاك الداخلي والسمك ٠٠ الخ ٠٠ ويرى بعض الدارسين أن لوغاريتم عدد مرات الطي أو الثني المزدوجة (double folds) المتتالية لكسر الورقة التي يجرى فحصها هي قيمة ذات دلالة حقيقية عن الخواص الطبيعية المشار إليها ٠٠ ومن ناحية أخرى يرى بعض المتخصصين في هذا المجال أن هناك علاقة واضحة بين عدد مرات الطي المزدوجة وبين قوة الشد أو المشد (Tensile strength) المطلوبة لقطع الورقة التي يجرى فحصها .

ويرى بريخت (Brecht) أن نسبة لوغاريتم عدد مرات الطي المزدوجة إلى قوة الشد أو المشد المطلوبة لقطع الورقة مقدرة بالكيلوجرامات حتى القيمة الحقيقية التي يجب أن يقدر بها مدى تحمل الورق للطى ٠٠ ولقد كان هذا هو الأساس الذي بنى عليه بريخت تصميمه لجهاز قياس تحمل الطي المعروف باسمه .

وبعد هذا الاستطراد يتبادر إلى الذهن سؤالان على أكبر قدر من الأهمية : -

السؤال الأول : ما هو المقياس الحقيقى الذى يجب أن يقدر به مدى تحمل الورق للطى ؟

السؤال الثانى : ما هو الجهاز المناسب الذى يمكن أن نقيس به مدى تحمل الورق للطى ؟

وفيما يتعلق بالسؤال الأول نقول أن التعريف الذى أورده بريخت للمقياس الذى يقدر به مدى تحمل الورق للطى هو التعريف المقبول والمقبول ٠٠ فلا شك فى أن عدد مرات الطي المزدوجة المطلوبة لكسر الورق سوف تتأثر بقوة شد أو مط الورقة التي يجرى اختبارها فى الجهاز أما فيما يتعلق بالسؤال الثانى فأرى استخدام أجهزة القياس التى بنى تصميمها على هذا الأساس، ومنها الجهاز المعروف باسم (Schopper tester) والجهاز المعروف باسم (Brecht — Wesp tester) وكذلك الجهاز المعروف باسم (Kohler — Molin tester) .

ولقد اختلف الدارسون فيما بينهم على مدى تطابق النتائج التى يمكن الحصول عليها باستخدام هذه الأجهزة ٠٠ والواقع أن هذا الموضوع يحتاج إلى مزيد من الدراسة حتى يمكن الانتهاء إلى رأى فى مدى تطابق النتائج التى تعطيها أجهزة الفحص المختلفة ولا يجاد طريقة نستطيع بها توحيد المقاييس .

وقد حقق بريخت فى بحث حديث له الاتفاق بين قيمة تحمل الورق للطنى التى قدرها بالجهاز المعروف باسمه (Brecht tester) وبين قيمة تحمل الورق للطنى التى قدرها بالجهاز المعروف باسمه (Schopper teste)

وقد تحقق هذا الاتفاق أيضا فى بحث أجراه لودفيج سانتوتشى (L. Santucci) وانتهى فيه الى القول بأنه يمكن بناء على هذا الاتفاق أن نحول قيم مدى تحمل الورق للطنى التى نحصل عليها باستخدام جهاز بريخت الى القيم التى نحصل عليها باستخدام أى جهاز آخر أو العكس ، وذلك باستخدام العلاقة التى صاغها على هيئة معادلة رياضية هى :-

$$F_B = \frac{\log V}{L \times 10^{-3}} = \frac{P_O \cdot 1000}{d \cdot g} \log V$$

$$\text{or } V = 10^{F_B} \cdot L \cdot 10^{-3} = 10 \cdot \frac{F_B \cdot P_O \cdot 10^3}{d \cdot G}$$

$$F_B = \frac{P}{P^0} \quad \text{وطالما أن}$$

فانه يمكن تبسيط هذه العلاقة

$$V = 10 \cdot \frac{P \cdot 10^3}{d \cdot g} \quad \text{على النحو التالى .}$$

Where V = number of double folds

L = The breaking length

F = Folding endurance by Brecht tester

P = Tensile breaking Strength (Kgs)

P = Tensile breaking strength, residual after a given number of folds in Bracht tester

g = basic Weight in gr./m

d = Width of Strip in M. M.

يبقى سؤال هام يتعلق بالصلة بين مدى قابلية الورق للطنى وبين الحالة التى وصل اليها الورق المراد فحصه . وفى هذا الخصوص فقد ثبت بالدراسة والفحص أن هناك علاقة مباشرة بين مدى قابلية الورق للطنى وبين كمية السليولوز الذى تكسر (degraded) وتحول الى

مركبات كيميائية أبسط . . فكلما قلت كمية السليولوز المتكسر كلما زاد مدى تحمل الورق للطي (Folding endurance) .

ولقد وجد كل من نيدرفين ورويين (Vederveen and Royen) أن هناك علاقة مباشرة بين انخفاض مدى تحمل الورق للطي (معبرا عنه بنوعا ريثم عدد مرات الطي المزدوجة) الذي يحدث بتقادم الورق وبين عدد الروابط الكيميائية (Chemical bonds) التي تكسرت في سلسلة السليولوز (Cellulose chain) وهذه الروابط يمكن تقديرها عن طريق قياسات اللزوجة (Viscometric data) .

ومن ناحية أخرى فقد لاحظ نيدرفين ورويين وجود علاقة بين مدى تحمل الورق للطي وبين كمية الألفا سيلولوز (Alpha Cellulose) الموجودة به ، كما أنهما لاحظا أيضا - وإلى درجة ما - وجود علاقة بين مدى تحمل الورق للطي وبين فقدان الورق لنصاعته (Loss of brightness)

وأخيرا فقد أثبت نيدرفين ورويين وجود علاقة عكسية بين معدل انخفاض مدى تحمل الورق للطي وبين درجة الحرارة التي وقع الورق تحت تأثيرها . . بمعنى أنه كلما زادت درجة الحرارة كلما قل عدد مرات الطي المزدوجة التي ينكسر عندها الورق .

٢ - قياس مدى تحمل الورق للشد أو المط : - Tensile (breaking) Strength

تكتسب قياسات مدى تحمل الورق للشد أو المط أهمية كبرى لارتباطها بقياسات مدى تحمل الورق للطي وبقياسات مدى مقاومته للتمزق . . وبالرغم من كونها لا تفيد كثيرا في تفسير تلف الورق بالتقادم حيث أن قيمها تتغير بدرجة ضئيلة مع تقاوم الورق - إلا أنها تفيد كثيرا في معرفة درجة تبلمر الورق (Degree of Polymerization)

ويقدر مدى تحمل الورق للشد أو المط أما بقوة الشد أو المط المطلوبة لقطع عينة الورق التي يجري فحصها مقدرة بالكيلو جرامات وأما بالطول الذي تنقطع عنده عينة الورق ، وفي هذه الحالة فإن قياسات مدى تحمل الورق للشد أو المط لا تعتمد على الوزن المبدئي للورق .

وبالرغم من أن مدى تحمل الورق للشد أو المط يعتمد في المقام الأول على طول ألياف الورق وعلى الروابط الداخلية التي تربط بين الألياف (Inter fiber bonds) وعلى وجه الخصوص الرباط الهيدروجيني

(H-bond) إلا أن الدراسات الضوئية قد أثبت أن بعض الروابط الكيميائية التي تربط جزيئات مادة الورق تنكسر أثناء عملية قياس مدى تحمل الورق للشد أو المط .

ولما كانت المواد اللاصقة التي تضاف الى المواد الخام المستخدمة في صناعة الورق تزيد من تحمله للشد أو المط لكونها تزيد من التماسك بين أليافه فان طريقة تحضير عينات الورق للفحص سوف تؤثر دون شك على قياسات مدى تحمل الورق للمط أو الشد ٠٠ وعلى أية حال يمكن القول بأن قياسات مدى تحمل الورق للشد أو المط تعطى فقط معيارا لقوة التماسك الداخلية بين ألياف الورق (Internal Cohesion) ٠٠ أى المقاومة الاستاتيكية (Static resistance)

ومهما يكن من أمر فان قياسات مدى تحمل الورق للشد أو المط تكتسب أهمية كبيرة لارتباطها بقياسات مدى تحمل الورق للطى على النحو السابق الإشارة اليه .

٣ - قياس مدى مقاومة الورق للكسر والتمزق : -

Bursting Strength and Tear resistance

يرى بعض الدارسين أن قياسات مدى مقاومة الورق للكسر (Bursting Strength) لا تعطى تقييما صحيحا لمقاومة الورق ، ولكنها على أى حال تعبر عن مدى تماسك ألياف الورق ٠٠ ولقد ثبت أن قياسات مدى مقاومة الورق للكسر تعبر عن قدم وتلف الورق (Ageing and deterioration) بطريقة أفضل من قياسات مدى تحمل الورق للشد .

أما قياسات مقاومة الورق للتمزق (Tear resistance) فانها تتميز بأهمية خاصة لكونها تعبر عن قوة ومتانة الورق ٠٠ وقد أثبتت الدراسات أن مقاومة الورق للتمزق ترتبط بالكيفية التي ترتبط بها ألياف الورق (Inter Weaving of Fibers) أكثر مما ترتبط بالتركيب البنائى للألياف ذاتها (Structure of the individual fiber) كما أنها تعتمد على طريقة تجهيز ودرجة صحن مكونات الورق (Furnish and degree of beating)

وتوجد طريقتان لقياس مدى مقاومة الورق للتمزق ٠٠ أحدهما تعتمد على قياس مدى مقاومة ورقة أحدث فيها قطع أو ثقب للتمزق ويطلق عليها بالانجليزية اسم (Initial (or edge) tearing strength)

نما الثانية فتعتمد على قياس مدى مقاومة ورقة لاحداث التمزق
ويضئق عليها بالانجليزية اسم
(Internal (or Continued) tearing strength)

والطريقة الأخيرة هي الأكثر شيوعا ويستخدم لقياسها الجهاز
المعروف باسم (Elmendorf tester) ...

ويقدر مدى مقاومة ورقة للتمزق في الطريقة الأولى بالقوة اللازمة
لاستمرار تمزق ورقة أحدث فيها قطع أو ثقب ٠٠ أما في الطريقة الثانية
فيقدر مدى مقاومة ورقة للتمزق بالقوة اللازمة لاحداث التمزق وتوجد
أجهزة كثيرة لقياس مدى مقاومة الورق للتمزق باتباع الطريقة الأولى
اشتهر منها جهازان هما (Bekk and MPA testers)

وفي نهاية تناولنا لطرق فحص وقياس الخواص الميكانيكية للورق
لابد من القول بأن أيا منها لا يكفي وحدة للتعبير عن قوة الورق ٠٠
وللتغلب على هذه الصعوبة يرى تورى (Torrey) أن القيمة التي تعطى
التعبير الصحيح عن قوة الورق هي القيمة التي يعبر عنها بالمعادلة
الآتية :-

$$\text{Strength} = \sqrt{\text{Burst} \times \text{Tear} \times \text{fold}}$$

(ب) فحص الورق باستخدام الطرق الصناعية للاسراع في قدم الورق :
Methods of Artificially Accelerated Ageing

من الثابت أن الورق عندما يترك في المخازن أو في فترينات العرض
تحت تأثير عوامل التلف الطبيعية من ضوء وحرارة ورطوبة وشوائب
غازية يتغير لونه ويفقد صلابته ومتانته ولدائته ٠٠ وهذا ما يعبر عنه
بالقدم الطبيعي (Natural ageing)

وفي حالات كثيرة وعندما يراد دراسة تأثير المواد المستخدمة في
تقوية وصقل الورق القديم والمواد المستخدمة في عمليات العلاج والترميم
والتببيض وإزالة الجموضة الزائدة وكذلك تأثير المبيدات الحشرية والفطرية
فاننا نلجأ الى ما يعرف بطرق الاسراع الصناعي في قدم الورق ٠٠
والغرض منها هو احداث التغيرات التي تحدث للورق في الظروف
الطبيعية ببطء شديد في وقت قصير جدا وذلك بتعريض الورق المراد
فحصه أما لتأثير الضوء الشديد وأما لتأثير حرارة عاليه ٠٠ وهما
الطريقتان المستخدمتان حاليا للاسراع الصناعي في قدم الورق ٠

وفي طريقة الاسراع الصناعي في قدم الورق باستخدام الضوء
يعرض الورق المراد فحصه لاشعاعات الأشعة فوق البنفسجية أو

للاشعاعات الصادرة من مصدر ضوئى غنى بأشعاعات هذه الأشعة ٠٠
أما فى طريقة الاسراع الصناعى فى قدم الورق باستعمال الحرارة فيعرض
الورق المراد فحصه لتأثير الحرارة لمدة اثنتين وسبعين ساعة عند درجة
حرارة مقدارها ١٠٠ م ٥٠ على أن المعالجة الحرارية لا تعطى فكرة سليمة
تماما عن الكيفية التى يتقادم بها الورق تحت تأثير ظروف العرض أو
التخزين الطبيعية ٠٠ فالمعروف أن درجة الرطوبة النسبية فى الأجواء
العادية تتراوح بين ٣٥ ، ٧٠٪ ، الحالة التى لا يمكن أن تقوم فى جو
الفرن المحمى عند درجة حرارة ١٠٠ م ٥ حيث تكون درجة الرطوبة النسبية
منخفضة جدا ٠

وللتغلب على هذه الصعوبة قام ر. ر. يابروفا (R. R. Yabrova)
بدراسة هامة استطاع فيها تهيئة الظروف المناسبة التى يمكن فيها
استخدام درجات الحرارة المرتفعة التى تسرع بتلف أو قدم الورق المراد
فحصه فى وجود الرطوبة النسبية المطلوبة ٠٠ ويتم ذلك بوضع محلول
مائى مركز جدا للملح مناسب - وبحيث يحتوى المحلول المركز على كمية
كبيرة من الملح الصلب (Solid phase) فى الفرن المستخدم فى عملية
الاسراع الصناعى فى القدم بعد احكام غلقه وبعد سد المنافذ التى يمكن
من خلالها تسرب الهواء منه أو اليه ٠٠ وذلك على أساس أن أى محلول
ملحي مركز يتميز بضغط بخارى ثابت عند درجة حرارة معينة ، ومن ثم
سوف يهيم درجة معينة وثابته من الرطوبة النسبية فى جو الفرن
المستخدم ٠

ومن ناحية أخرى قام كل من سييتولا وفوجلبرج
(Sihtola and Fogelberg) بدراسة لمعرفة تأثير الأشعة فوق
البنفسجية على سليولوز الورق ٠٠

وقد ثبت لهما بهذه الدراسة أن بداية تحول السليولوز الى
الجلوكوز أى تكسره (degredation) تحدث عند طول موجة ٢٥٠٠
انجستروم وأن تحسول أو تكسر السليولوز يزداد كلما قصر طول
الموجة ٠

وقد قام كل من سيميونيسكو وبوبل (Simionescu and Poppel)
بدراسة طبيعة التغيرات التى تحدث فى سليولوز الورق عند تعريضه
لتأثير الأشعة فوق البنفسجية وثبت لهما أن غاز الاكسيجين يلعب دورا
هاما فى التغيرات التى تحدث للسليولوز عند تعريضه للأشعة فوق
البنفسجية وأن دور الأشعة فوق البنفسجية لا يزيد عن كونه يسرع
بعمليات تحول أو تكسر السليولوز بالأكسدة (Oxidative degredation)

وفىما يختص باستخدام الحرارة للاسراع الصناعى فى قدم الورق
مقد أثبتت الدراسات التى أجراها المعهد القومى الأمريكى للدراسات
المقياسية (National Bureau of Standards) أن تعرض الورق
لمدة اثنتين وسبعين ساعة عند درجة حرارة مقدارها ١٠٠ درجة م يعادل على
وجه التقريب من ٨ الى ٢٠ سنة تحت ظروف العرض والتخزين فى درجة
الحرارة العادية ٠٠

ثم عاد فى دراسة أخيرة له الى القول بأن تعريض الورق لمدة اثنتين
وسبعين ساعة عند درجة حرارة مقدارها ١٠٠ درجة م يعادل ثمانية
وعشرين عاما فى الظروف العادية ٠

ولقد أثبتت الدراسات التى قام بها فان روين (Van Royen)
ومعاونوه أن الطاقة المنشطة (Activation energy) لاصفرار الورق
وتحلله الحرارى على الرغم من أنها تختلف فيما بينها ، إلا أنها لا تختلف
بالنسبة لعجائن الورق المختلفة ٠

وللوقوف على طبيعة التغيرات التى تحدث للورق بالتقدم سواء كان
قائما صناعيا أو طبيعيا لابد من اختبار الخواص الفيزيو - ميكانيكية
والخواص الكيميائية للورق ٠٠ والخواص الفيزيو - كيميائية للورق تعتمد
كما سبق أن أوضحنا على الروابط التى ترتبط بها جزيئات الجلوكوز فى
سلاسل السليولوز (Cellulose chains) التى تتكون منها ألياف الورق
وكذلك على الروابط التى ترتبط بها ألياف السليولوز لتكون فى النهاية
وبعد عمليات السحق والضغط صحائف الورق ٠٠ وفى هذا الصدد نجد
أن الاحتكاك بين أسطح اتصال ألياف الورق له أهمية كبرى ٠

ومما لا شك فيه أن قياسات مدى تحمل الورق للطى
(Folding Strength) هى أكثر القياسات تعبيرا عن التغيرات التى
تحدث فى الخواص الميكانيكية للورق بالتقدم سواء كان قديما صناعيا أو
قديما طبيعيا ، وذلك على أساس أن مدى تحمل الورق للطى يعبر عن قوة
الألياف ذاتها وبالتالي يعبر عن مقاومتها للتلف بالتقدم ٠

ولما كانت لدونة الألياف - وهى دون شك من العوامل الهامة التى
تحكم قياسات مدى تحمل الورق للطى - تعتمد على كمية الرطوبة المختزنة
بالورق ، لذلك يجب أن تجرى قياسات مدى تحمل الورق للطى عند
درجات ثابتة من الرطوبة النسبية ٠

ولقد قام كل من سوليشنك وتروختنكوفا
(Solechink and Trukhtenkova)

بدراسة مدى مقاومة الورق لتأثير الحرارة (*) على مجموعة
من الأوراق المصنوعة من لب ألياف القطن ومن لب الكبريتات نصف المبيض
(Semi bleached) ومن لب الكبريتات غير المبيض ومن لب الكبريتات
المبيض والمنقى ٠٠ ولقد انتهيا من دراستهما إلى النتائج الهامة الآتية :

١ - العوامل الأساسية التي تؤثر في مدى مقاومة عجائن الورق
(Paper pulps) وصحائف الورق المصنوعة منها لتأثير الحرارة هي :
درجة تبلرم السليولوز والتركيب التجزيئي للسليولوز (Frational
composition) وكمية الأحماض الحرة في الورق التي يمكن استخراجها
بالماء المقطر .

٢ - أكثر أنواع عجائن الورق مقاومة لتأثير الحرارة هي العجائن
المصنوعة من ألياف القطن لكونها تحتوى على أكبر نسبة من الألياف ذات
درجات التبلرم العالية (فوق ١٢٠٠) ولكونها لا تحتوى على أية مكونات
ذات درجة تبلرم أقل من عشرة .

٣ - أقل أنواع عجائن الورق مقاومة لتأثير الحرارة هي عجائن أو
لب الكبريتات غير المبيض وغير المنقى ، وذلك لكونها لا تحتوى على أية
نسبة من الألياف ذات درجات التبلرم العالية (فوق ١٢٠٠) ولكونها
تحتوى على نسبة كبيرة (٥ %) من المكونات ذات درجة تبلرم أقل من
عشرة .

٤ - أن خصائص التركيب التجزيئي لعجائن أو لب الكبريتات
يضعها من حيث مدى مقاومتها لتأثير الحرارة فى مكان وسط بين العجائن
المصنوعة من سليولوز القطن وعجائن الكبريتات .

٥ - كمية الأحماض الحرة فى الورق تؤثر إلى حد كبير فى مدى
مقاومته لتأثير الحرارة ٠٠ ولا يجب أن تزيد درجة حموضة الماء المستخرج
من الورق (PH. Value) عن ٦.٥ .

٦ - كلما زادت درجة حموضة الورق - أى قلت قيمة الأس
الهيدروجيني (PH. Value) كلما قل مدى مقاومته لتأثير الحرارة ٠٠ ولقد

(*) يقصد كل من سوليشنك وتروختنكوفا بمدى مقاومة الورق لتأثير الحرارة
(heat resistance) أنه يعنى مدى تحمل الورق للطنى معبرا عنه بالنسبة المتوى لعدد
مرات الطى المزدوجة (Number of double folds) المطلوبة لكسر الورق بعد تعريضه
لتأثير الحرارة إلى عدد مرات الطى المزدوجة المطلوبة لكسر الورق دون تعريضه للحرارة ، أى
عدد مرات الطى المزدوجة الأصلية (Initial number of double folds)

ثبت أن مقاومة الورق لتأثير الحرارة تبدأ في الانخفاض عند درجة حموضة (PH. Value) نندارها ٦.٥ .

٧ - إذا زادت قيمة الأس الهيدروجيني للماء المستخرج من الورق عن ٧.٥ تزيد مقاومة الورق لتأثير الحرارة ولكن لونه يتحول الى اللون الأصفر عند درجات الحرارة المرتفعة .

٨ - أن تأثير الأحماض الحرة في الورق على مدى مقاومته لتأثير الحرارة يرجع الى وجود أيونات الهيدروجين الحرة (Free hydrogen ions)

أما أيونات الهيدروجين المقيدة (bound hydrogen ions) شأنها في ذلك شأن أيونات الكالسيوم والألمنيوم المقيدة لا تؤثر على مدى مقاومة الورق للحرارة .

٩ - يعبر مدى تحمل الورق الذي أجريت له عمليات الاسراع الصناعي في القيد للطي (Folding Strength) عن مدى تأثره بالحرارة بينما نجد أن مقاومة الورق للكسر (Breaking strength) لا تعطي فكرة واضحة عن مدى تأثر الورق بالحرارة ، لكونها تتأثر بالحرارة بدرجة ضئيلة .

١٠ - يتأثر الورق بصفة أساسية بالحرارة نتيجة لتغير طول جزيئات السيلولوز (أى جزيئات الجلوكوز المبلورة) وذلك بسبب تكسر الروابط الالكترونية - وتعرف باسم روابط التكافؤ (Valency bonds) التي تربط بين جزيئات الجلوكوز لتكوين جزيئات السيلولوز .

وقد قام ت. أ. برافيلوفا (T. A. Pravilova) بدراسة مماثلة التي تربط بين جزيئات الجلوكوز لتكوين جزيئات السيلولوز .

١- قياسات مدى تحمل الورق للطي هي أهم المعايير التي يمكن بها قياس مدى مقاومة الورق للتلف ومدى قابليته للبقاء (Durability) . وهي أيضا أكثر القياسات حساسية للتعبير عن قدم الورق سواء كان قدما صناعيا أو طبيعيا . وعلى هذا فإن عدد مرات الطي المزدوجة بعد المعالجة معبرا عنها بنسبتها المئوية لعدد مرات الطي المزدوجة الأصلية ، هي القيمة التي يعبر بها عن تلف الورق .

٢ - ان قياس درجة بلورة الورق وتعيين التركيب التجزيئي (Fractional composition) للسيلولوز هي أكثر الطرق دقة للتعبير عن مدى قابلية الورق للبقاء . أي مدى مقاومته لعوامل التلف - والواقع أن معدل التغير في درجة بلورة الورق وفي التركيب التجزيئي للسيلولوز بالقيد يعبر عن عمليات التكسير التي تتعرض لها جزيئات السيلولوز

(depolymerizatnon) بطريقة أفضل مما يعبر عنه التغير الذى يحدث
فى محتوى الورق من الألفا سليولوز (Alpha — Cellulose) .

ولقد ثبت أن أكثر أنواع الورق مقاومة لعوامل التلف هو الورق
الذى تتراوح فيه درجة التبلر ما بين ١٠٠٠ ، ١٢٠٠ والذى لا يحتوى
على أية مكونات ذات درجة تبلر أقل من ١٠ .

٣ - وجد أن قيمة الأس الهيدروجيني (P.H. Value) للمحلول
المائى المستخرج من الورق ذو القابلية الكبيرة للبقاء تتراوح ما بين ٦.٥ ،
٧.٥ وأن معدل حموضة الورق يزيد بالتقدم نتيجة لعمليات الأكسدة
التي يتعرض لها الورق .

٤ - عندما توجد الكتب والمخطوطات والوثائق فى مخازن أو خزانات
عرض يراعى فى تجهيزها عدم تعريض هذه المقتنيات للتأثير المدمر للضوء
- وخاصة الأشعة فوق البنفسجية - وعدم تعريضها كذلك لتأثير الهواء
وما به من شوائب غازية . وفى حالة وجودها فى درجات رطوبة نسبية
مناسبة .٠٠ فان تلف الورق فى هذه الحالة يكون بسبب التحلل المائى
(Hydrolytic degradation) لمكونات الورق الذى يتم نتيجة للتفاعل
بين مكونات الورق السليولوزية وبقايا المواد الكيميائية المستخدمة فى
عمليات تحضير عجائن الورق (Cooking of paper pulps) وأيضا بقايا
المواد الكيميائية الرابطة والمبيضة (Sizing and Bleaching reagent)
وعلى هذا يمكن القول بأن تلف الورق بالمخازن وخزانات العرض
ينشأ أساسا بسبب عمليات التحلل المائى التى تتكسر فيها
روابط التكافؤ (Valency bonds) وكذلك الروابط الجلوكوسيدية
(Glucosidic bonds) فى سلاسل السليولوز (Cellulose chains)
أى أنه تقادم كيميائى (Chemical ageing) ومن ثم يجوز لنا أن
نقول أن فحص الورق بطرق الإسراع الصناعى فى قدم الورق وباستخدام
الحرارة هو أفضل الطرق التى تعبر عن مدى قابلية الورق للبقاء أى مدى
مقاومته لعوامل التلف .

ولقد قام ر. ر. يابروفا (R. R. Yabrova) بدراسة عملية
على أكبر قدر من الأهمية لمعرفة طبيعة ونوعية ومدى التغيرات التى تحدث
للورق فى عمليات الإسراع الصناعى فى قدم الورق . ولعله يكون من
المفيد إيجاز هذه الدراسة القيمة حتى تكون دليل عمل لمن يرغب من
العاملين فى حقل علاج وترميم وصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق
التاريخية .٠٠ وقد تميزت هذه الدراسة بالاتجاهات الآتية :

التغيرات التي تحدث في الورق كدلالة على تأثير الحرارة :
Changes in the paper as a function of temperature.

قام ر. ر. يابروفا بتعرض عينات مأخوذة من ورق الجرائد لتأثير درجات حرارة مختلفة على ٢٥ درجة م. ٣٥ درجة م. ، ٥٥ درجة م. ، ٨٠ درجة م. ٩٥ درجة م في درجة رطوبة نسبية ثابتة هي ٧٣ % . ولقد ثبت له أن :

١ - لم يترتب على المعالجة الحرارية لعينات الورق عند درجة حرارة ٢٥ درجة م. ، ٣٥ درجة م. والتي استمرت مائة يوم أى انخفاض في قيم الخواص الميكانيكية للورق .

٢ - ترتب على المعالجة الحرارية لعينات الورق عند درجة حرارة ٥٥ درجة م حدوث تغيرات بطيئة جدا في الخواص الميكانيكية للورق .٠ فقد انخفض الى حد ما تحمل الورق للطى بعد مرور خمسة وخمسين يوما من المعالجة الحرارية .٠ وباستمرار المعالجة وبعد مرور مائة يوم حدث انخفاض كبير في تحمل الورق للطى . وفيما يختص بمقاومة عينات الورق للمعالجة الحرارية أو الشد فلم يحدث فيها أى تغير يذكر . ومن ناحية أخرى فقد زادت حموضة عينات الورق ببطء شديد ، فقد انخفضت قيمة الأس الهيدروجيني (PH. Value) أى زادت حموضة الورق بعد مرور ثلاثين يوما من المعالجة الحرارية بنسبة ٦ % .

٣ - ترتب على المعالجة الحرارية لعينات الورق عند درجة ٨٠ درجة م انخفاض سريع في مدى قدرة الورق على تحمل الطى .٠ فقد حدث انخفاض ملحوظ جدا في قيمة تحمل الورق للطى بعد مرور خمسة أيام من المعالجة الحرارية .٠ وعندما استمرت المعالجة الحرارية عند هذه الدرجة انخفضت قيمة تحمل الورق للطى الى الصفر . ومن ناحية أخرى فقد ظلت مقاومة الورق للكسر ثابتة مدة طويلة ، الا أنه قد حدث تغير طفيف في قيمة مقاومة الورق للكسر باستمرار المعالجة الحرارية عند هذه الدرجة من الحرارة .٠ أما قيمة الحموضة الحرة في الورق فقد زادت بدرجة بسيطة .

٤ - ترتب على المعالجة الحرارية عند درجة حرارة ٩٥ م انخفاض كبير في قيم تحمل عينات الورق المعالجة للطى وصل الى ٦٥ % ، وذلك بعد مرور خمسة أيام من المعالجة الحرارية .٠ بينما لم تتغير قيم مقاومة الورق للكسر تغيرا ملحوظا .

التغيرات التي تحدث في الورق عند درجات الحرارة العالية كدلالة على
تأثير الرطوبة النسبية في الجو :

Changes in paper kept at a high temperature as a function
of the Relative Atmospheric Humidity.

عرضت عينات الورق المراد فحصه وكانت من ورق الطباعة وورق
الجرائد وأيضا من ورق مصنوع من ألياف القطن لتأثير درجات مختلفة
من الرطوبة النسبية عند درجة حرارة عالية هي ٨٠ درجة م ٠٠ ولقد
ثبت أن :

١ - ترتب على تعريض عينات الورق المأخوذة من ورق الطباعة وورق
الجرائد لتأثير جو جاف عند درجة حرارة ٨٠ درجة م لمدة خمسة أيام أن
انخفضت قيمة تحمل ورق الطباعة للطي بمقدار من ١٣ الى ٣٦٪ بينما
انخفضت قيمة تحمل ورق الجرائد للطي بمقدار ٢٥٪ .

٢ - ترتب على تعريض عينات الورق المأخوذة من ورق الطباعة
وورق الجرائد لتأثير رطوبة نسبية ٧٠٪ عند درجة حرارة ٨٠ درجة م لمدة
خمسة أيام انخفاض قيمة تحمل ورق الطباعة للطي بمقدار من ٥٥ - ٧٢٪
بينما انخفضت قيمة تحمل ورق الجرائد للطي بمقدار ٥٧٪ .

٣ - ترتب على تعريض عينات الورق المأخوذة من الورق المصنوع من
ألياف القطن لتأثير رطوبة نسبية ٧٠٪ عند درجة حرارة ٨٠ درجة م لمدة
خمسة أيام حدوث تغير طفيف في قيمة تحمل الورق للطي ٠٠ ولقد لزم
لاحداث تغير ملحوظ استمرار المعالجة الحرارية لمدة طويلة جدا .

ومن ذلك أمكن استخلاص النتائج الهامة التالية :

— تعرض الورق للحرارة في وجود نسبة عالية من الرطوبة النسبية
(٥٩ - ٧٣٪) يؤدي الى احداث انخفاض حاد في تحمل الورق
للطي - كدلالة على التغيرات التي تحدث في الخواص الميكانيكية
للورق - بينما تعرض الورق للحرارة في وجود نسبة منخفضة من
الرطوبة النسبية (٢٠٪) لا يترتب عليه الا حدوث تغيرات طفيفة
في تحمل الورق للطي .

— تعرض الورق للحرارة - حتى ولو كانت عالية - في وجود نسبة
عالية من الرطوبة النسبية لا يترتب عليه الا تغير طفيف في تحمل
الورق للكسر .

— اختبارات الاسراع الصناعي في قدم الورق في جو رطب لا بد أن
تجرى في وجود نسبة ثابتة من الرطوبة النسبية .

— للحصول على معدل قدم كبير فى اختبارات الاسراع الصناعى فى قدم الورق لابد من اجراء الفحص فى وجود نسبة عالية من الرطوبة النسبية فى جو الأفران .

— اجراء اسراع صناعى فى قدم الورق المصنوع من الياف تتميز بقابليتها للبقاء مثل ألياف القطن يتطلب استمرار المعالجة الحرارية لوقت طويل .

— الاسراع الصناعى فى قدم الورق عند درجات حرارة عالية (٨٠ درجة - ٩٥ درجة م) فى وجود نسبة عالية من الرطوبة النسبية (٥٩ - ٧٣ %) يترتب عليه احداث انخفاض كبير فى تحمل الورق للطى . وعلى أية ولكى نتمكن من الوصول الى تصور حقيقى واضح عن المدة الزمنية اللازمة لتقادم الأنواع المختلفة من الورق تحت الظروف السائدة فى أماكن بعينها لابد لنا من مداومة التجارب حتى نتمكن فى النهاية من تهيئة الظروف المناسبة لصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية .

التغيرات الكيميائية والفيزيو كيميائية التى تحدث فى الورق أثناء التقادم :

Chemical and physico-chemical changes taking place in the paper during Ageing.

مما لا شك فيه أن انخفاض القوة الميكانيكية للورق وعلى وجه الخصوص مدى تحمل الورق للطى هو نتيجة للتغيرات الكيميائية والفيزيو كيميائية التى تحدث فى الورق بالقدم ٠٠ وسوف نحاول الآن مناقشة تأثير عمليات الاسراع الصناعى فى قدم الورق التى تجرى عند درجة حرارة ٨٠ درجة م على عدد من العوامل التى تتحكم فى مدى مقاومة الورق للتلف وهى :

١ - الحموضة الحرة (Free Acidity)

٢ - محتوى الورق من المجموعات الكربوكسيلية (Carboxyl group content)

٣ - مدى تكسر جزيئات السليولوز (Degredation of Cellulose macre molecules)

٤ - محتوى الورق من مجموعات الألدهيد (Aldehyde group content)

وذلك على ضوء الدراسة العملية التى قام بها ر. ر. يابروفا (R. R. Yabrova) على النحو التالى :

زيادة الحموضة الحرة فى الورق أثناء عمليات الاسراع الصناعى فى قدم
الورق عند درجة حرارة ٨٠ درجة م° وفى جو رطوبته النسبية ٧٠٪ :

اختبرت الحموضة الحرة للعينات المأخوذة من ورق الجرائد قبل
وبعد اجراء عمليات الاسراع الصناعى فى قدم الورق على فترات من الزمن .

وقد أجرى الفحص بأن أخذت حوالى عشرة جرامات من الورق
ووضعت بعد تقطيعها الى أجزاء صغيرة جدا فى دورق من الزجاج مزود
بمكثف وأضيف إليها حوالى ١٠٠ سم^٣ من الماء المقطر الخالى من غاز ثانى
أكسيد الكربون ثم جرى تسخينها على حمام مائى لمدة ساعة ٠ وأخيرا
عينت الحموضة الحرة فى الماء باستخدام جهاز البوتنشسيوميتر
(Potentio-meter)

ولقد ثبت أن التغير فى الحموضة الحرة فى الورق أثناء عمليات
الاسراع الصناعى فى قدم الورق كانت بطيئة جدا ٠٠ فبعد مرور خمسة
عشر يوما قلت قيمة الأس الهيدروجينى (PH. Value) أى زادت الحموضة
- بنسبة ٩٪ - وبعد مرور ثلاثة وثلاثين يوما قلت قيمة الأس الهيدروجينى
بنسبة ١٧٫٨٪ ٠

التغير فى محتوى الورق من المجموعات الكربوكسيلية :

من الثابت أن السليولوز عندما يتعرض تحت ظروف خاصة للأكسدة
فإن محتواه من المجموعات الكربوكسيلية يزداد ٠٠ ولقد عين محتوى
عينات الورق المأخوذة من ورق الجرائد من المجموعات الكربوكسيلية باتباع
طريقة خلاص الكالسيوم على فترات زمنية متباعدة أثناء عمليات الاسراع
الصناعى فى قدم الورق عند درجة حرارة ٨٠ درجة م° وفى وجود رطوبة
نسبية مقدارها ٧٠٪ ٠٠ وقد ثبت حدوث زيادة صغيرة فى محتوى الورق
من المجموعات الكربوكسيلية (١٣٫٥٪) بعد مربعة عشرة أيام ٠٠ وبعد
مرور عشرين يوما حدثت زيادة كبيرة فى محتوى الورق من المجموعات
الكربوكسيلية بلغت ٣٦٫٣٪ ٠

التغير فى محتوى الورق من المجموعات الألدهيدية :

من الثابت أن عمليات الأكسدة التى يتعرض لها الورق تتسبب فى
زيادة محتواه من المجموعات الألدهيدية نتيجة للتأكسد الجزئى للمجموعات
الكحولية (Alcoholic groups) وتحولها الى مجموعات ألدهيدية ٠

ولقد عين التغير فى محتوى الورق من المجموعات الألدهيدية
بأكسدة مجموعات الألدهيد باستخدام محلول ٠٣ ر عيارى من اليود

(0.02N) فى وسط قاعدى ضعيف ، وهو محلول ٠.٥ ر عيارى من البوراكس (0.05 N) .

وقد ثبت أن عمليات الاسراع الصناعى فى قدم الورق تتسبب فى زيادة كبيرة فى محتوى الورق من المجموعات الألدهيدية .

مدى تكسر جزيئات السليولوز :

The extent of degradation of cellulose macro-molecules

مما لا شك فيه أن الخواص الميكانيكية للورق تعتمد على التركيب البنائى لألياف السليولوز ودرجة بلمرتها . . . وقد ثبت أنه كلما نقص الوزن الجزيئى لجزيئات السليولوز كلما نقصت القوة الميكانيكية لألياف السليولوز .

ولما كان السليولوز من حيث تركيبه التجزيئى (Fractional composition) يحتوى على أجزاء أو جزيئات تختلف فى درجة التبلر فإن قابليته للذوبان فى محلول من هيدروكسيد الصوديوم ذو تركيز معين وفى درجة حرارة معينة أيضا سوف تزداد بزيادة محتوى السليولوز من الأجزاء (Fractions) ذات درجة التبلر المنخفضة . . . وعلى ذلك يمكن القول بأن زيادة ذوبان السليولوز فى محلول هيدروكسيد الصوديوم سوف تشير الى التغيرات التى ترتب عليها انخفاض درجة بلمرة جزيئات السليولوز .

ولقد أجريت تجربة على عينة موزونة من الورق المصنوع من السليولوز الخالص - بعد أن أجريت عليها عملية اسراع صناعى فى القدم ، وبعد أن استخرجت منها المواد الرابطة بواسطة مذيب الداي كلورو ايثان (Dichloro ethane) باستخدام جهاز سوكسلت (Soxhlet apparatus) بأن عولجت بمحلول من هيدروكسيد الصوديوم نسبة تركيزه ٧٤٪ عند درجة حرارة ٢٠ درجة م ولمدة ساعة ٠٠ وبعد أن رشح المحلول الناتج غسلت عينة الورق بمحلول من حمض الخليك نسبة تركيزه ٥٪ ثم بالماء المقطر ، ثم جفقت ووزنت . . . وأمكن بذلك تعيين نسبة السليولوز الذى ذاب بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم .

ولقد ثبت من هذه التجربة أن عملية الاسراع الصناعى فى قدم الورق قد سببت زيادة فى معدل ذوبان السليولوز . . . وهذا يعنى تكسر جزيئات السليولوز (Cellulose macromolecules) وتحولها الى أجزاء

(Fractions) أبسط وأقل في درجة البلمرة ٠٠ وقد ثبت كذلك ان معدل نسبة ذوبان السليولوز في محلول هيدروكسيد الصوديوم تزيد اذا ما أجريت عمليات الاسراع الصناعى فى جو ذو رطوبة نسبية عالية (٧٠ ٪) وتقل اذا ما أجريت عمليات الاسراع الصناعى فى قدم الورق فى جو جاف .

وفى نهاية الحديث عن طريق فحص الورق أرجو أن أشير الى عدة أمور هامة يجب أخذها فى الاعتبار عند تناول الورق بالفحص وهى :

أولاً : يجب أن تجرى الفحوص القياسية على عينات مأخوذة من ورق مصنوع من السليولوز الخالص أو من الألياف السليولوزية المنقاة على أقل تقدير حتى يمكن تبسيط عملية استخلاص النتائج وتفسيرها ٠٠ وهى العملية التى يطلق عليها بالانجليزية اسم :
(Analysis and Interpretation of results)

ثانياً : يجب الاهتمام بقياسات مدى تحمل الورق للطحى ومدى قابليته للشد أو المط كما يجب الاهتمام أيضا بعملية تعيين الرقم النحاسى للورق وتعيين محتواه من المجموعات الكربوكسيلية والميزوكسيلية وقياسات درجة حموضة الورق لأنها أكثر من غيرها تعبيراً عن حالة الورق ومدى تعرضه للتلف .

ثالثاً : عندما يراد تحديد أنماط التلف (deterioration pattern)

التي تحدث للورق عند تعرضه للرطوبة والحرارة والضوء والشوائب الغازية الحمضية الموجودة فى أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية عن طريق عمليات الاسراع الصناعى فى قدم الورق لابد أن تجرى التجارب على أنواع من الورق محددة النوعية والمواصفات وأن تقارن نتائج فحص الخواص الفيزيوميكانيكية والخواص الكيميائية والطبيعية لعينات الورق التي أجريت لها عمليات الاسراع الصناعى فى القدم مع نتائج فحص هذه الخواص جميعها لعينات الورق الماثلة التى لم يجر لها عمليات اسراع صناعى فى القدم ٠٠ وهذه العينات من الورق تسمى عادة بالعينات القياسية ٠٠ أى العينات التى يقاس عليها التلف الذى تعرضت له عينات الورق التى جرى اختبارها .

طرق فحص البردى

يذكر ألفريد لوكاس فى كتابه (المواد والصناعات عند قدماء المصريين) الذى نقله الى العربية الدكتور/ زكى اسكندر والمرحوم محمد

تكريا غنيم أن نبات البردى ينتمى إلى العائلة السعدية التي كانت تنمو في أحد الأوقات بكثرة في مستنقعات الوجه البحرى ، ولكنها الآن لا تنمو فيها ، غير أنها لا تزال تنمو في مستنقعات السودان ٠٠ ويذكر أن المصريين القدماء قد استخدموا نبات البردى في صناعة الجبال والسلاسل وبعض الأوعية التي تشبه الصناديق ، وقد ذكر هذا كل من هيرودوت وثيوفراستوس وبليني ٠٠ على أن قيمة البردى الأساسية كانت لصنع صحائف للكتابة عليها كانت هي الأصل الأول للورق الحديث ٠٠ وعن كلمة (Papyrus) الدالة على البردى اشتق الاسم الأفرنجى (paper) للورق .

ويذكر ألفريد لوكاس أنه فحص عينات نبات البردى التي أحضرت له من السودان فوجد أن طولها يتراوح بين سبعة أقدام وعشرة أقدام ، ولا يدخل في هذا الطول الجزء العلوى الذى يحمل الزهور ، كما وجد أن أقصى مقياس لقطرها هو بوصة ونصف بوصة تقريبا (١٤ بوصة) ٠٠ وساق نبات البردى ذات قطاع مثلث وتتكون من جزئين فقط : قشرة صلبة رفيعة ولب داخلى خلوى التركيب ، وهذا اللب هو ما استخدم فى صنع ورق البردى .

وكما يذكر لوكاس فقد شرح بليني طريقة صنع هذا الورق ، فذكر أن الساق كانت تقطع إلى سلخانات رفيعة توضع صفوفا بعضها بجانب بعض على خوان ، ثم توضع فوقها متعامدة عليها مجموعة أخرى من سلخانات مماثلة ثم تبلل هذه الشرائح بماء النيل ، ثم تضغط وتجفف فى الشمس .

وقد صنع بروس عدة قطع من ورق البردى فى كل من الحبشة ومصر ويصف هذه القطع كما جاء فى كتاب لوكاس ، بقوله : « ان بعضها بديع » ولكنه يعدل هذا الوصف بعد ذلك فيذكر أنه « حتى أفضل هذه النظم كانت دائما سميكة وثقيلة وتجف بسرعة كبيرة جدا ، ثم تصير صلبة تنثنى ، ولا تكون بيضاء أبدا » ويعلق لوكاس على ذلك بقوله : (ان بيان بروس كبيان بليني غير مرض فيما يختص بهل تنزع القشرة أم لا قبل أن يشقق البردى إلى شرائح ، غير أنه يبدو أنها لا تنزع) ٠٠

ويرى بروس أن السكر والحلاوة الموجودة فى عصارة نبات البردى هي المادة التى تسبب التصاق الشرائح .

وقد نجح باتسكوم جن (Battiscombe Gunn) فى صنع ورق بردى فاخر معروض الآن فى المتحف المصرى ، وذلك حسب الطريقة التى وضعها الآنسة بركنز (Miss E. Perkins) وقد نجح لوكاس فى أن يصنع ورق

بردى مماثلا لما أنتجه باتسكوم جن باتباع نفس الطريقة التى يلخصها
لوكاس بقوله : تقطع سيقان نبات البردى وهى خضراء نضرة الى أطوال
يسهل تناولها ثم تنزع القشرة الخارجية ويشقق اللب الداخلى الى سلخات
سميكة ، وذلك بعمل حزوز فى أحد الطرفين بواسطة سكين ثم تنزع
السلخات ، وليس من الضرورى أن تكون لها ذات سمك واحد تماما ثم
يؤتى بقماش يمتص الماء ويوضع على خوان ، وترتب عليه هذه السلخات
بحيث تكون متوازية ومتداخلة بعضها ببعض ، ثم توضع فوقها وعمودية
عليها مجموعة أخرى مفرداتها هى الأخرى متداخلة قليلا ، وتغطى الطبقتان
بقطعة من القماش الماص ، ثم يدق عليهما لمدة ساعة أو ساعتين بقطعة كروية
من الحجر يمكن حملها فى اليد بسهولة أو بملدقة خشبية وأخيرا يوضع
الورق الناتج فى مكبس صغير لبطع ساعات أو طول الليل ، فتلتحم
السلخات بعضها ببعض وتتماسك تماسكا شديدا - وذلك دون اضافة
مادة لاصقة دخيلة - مكونة صحيفة متجانسة الأجزاء من الورق الرقيق
الذى يصلح للكتابة عليه ، ويمكن تحسين سطحها بواسطة الصقل .

ومع أن الورق الناتج كان ذا لون أبيض تقريبا الا أنه كان للأسف
مشوها بعدة بقع صغيرة ذات لون بنى فاتح . . ولا شك كما يقول لوكاس
أنه كان فى الامكان تفادى وجود مثل هذه البقع اذا اتخذت الاحتياطات
الخاصة .

ويمكن ترقيع أى ثقب أو أجزاء رقيقة فى ورق البردى قبل كبسه
وتجفيفه ، وذلك بوضع قطعة صغيرة من لب نبات البردى الغض فى المكان
المعطوب ثم دقا حتى تندمج مع باقى أجزاء الصحيفة .

ولا يعرف بالضبط التاريخ الذى بدأ فيه صنع ورق البردى ، غير
أنه توجد بالمتحف المصرى وثائق صغيرة من البردى يرجع تاريخها الى
الأسرتين الخامسة والسادسة ، وعلاوة على ذلك فقد عثر على ملف صغير
غير مكتوب فى مقبرة حماكا من الأسرة الأولى .

ومما لا شك فيه أن صناعة أوراق البردى التى حذقها وبرع فيها
المصرى القديم قد توارثتها الأجيال واستمرت فى جميع مراحل التاريخ
المصرى وحتى العصر الإسلامى والى أن انتشرت صناعة الورق الحديث
وأزاحت البردى من مكانته المرموقة التى احتلها عبر مراحل التطور
الحضارى .

وفيما يختص بالأحبار التى استخدمت فى مصر القديمة ، فقد ذكر
الفريد لوكاس فى كتابه « المواد والصناعات عند قدماء المصريين » أن المداد
كان على هيئة أقراص صغيرة من المادة الجامدة تشابه ، فيما عدا الشكل ،

قطع الألوان المائية الحديثة وكان بصفة عامة من نوعين : أحمر وأسود ، وإن كانت توجد أحيانا ألوان أخرى على لوحة من لوحات الكتابة ، ولكن هذه الألوان كانت مما يستخدمه المصور فى رسم المناظر لا الكتاب فى التلوين . وقد وجدت فى مقبرة توت عنخ آمون واحدة من هذه اللوحات تحمل اسم مرتأتين وكان عليهما فى الأصل ستة ألوان ، تبقى منها خمسة وهى الأسود والأخضر والأحمر والأبيض والأصفر ، أما اللون السادس ويكاد يكون من المحقق أنه أزرق فغير موجود .

ومن المحتمل أنه كان يتم صنع أقراص الألوان بسحق مادة الألوان سحقاً ناعماً يليه مزجها بالصمغ والماء ثم تجفيفها ، وكانت طريقة استعمالها كما يذكر لوكاس ، هى نفس الطريقة المتبعة فى التصوير بالألوان المائية الحديثة ، فكان القلم يغمس فى الماء ثم يحك على قرص المسدود .

وكتب جاز ستانج عن اللونين الأسود والأحمر اللذين وجدا على لوح كتابة من عصر الدولة الوسطى ، فقرر أنهما على التوالى كربون ومغرة حمراء . وتبين لورى أن الألوان الموجودة على لوح مصرى يرجع تاريخه الى نحو سنة ٤٠٠ ق.م تتألف على التوالى من فحم خشب ومغرة حمراء وجص والمادة الزجاجية المصرية الزرقاء والأكسيد الأصفر للرصاص .

ووجد هيس فى طبقة قطاعات من بوص غليظ ترجع الى الأسرة الثامنة عشرة وتحتوى على كربون كان يستعمل فى صنع المسدود . وفحص بارتو الألوان التى وجدت على بعض ألواح مصرية للكتابة ، وهى تسوء الحظ غير محددة التاريخ وإن كان بعضها من عصر متأخر جدا كما يتبين من نتائج الفحص ، وقد وجد أن اللون الأبيض كربونات كلسيوم فى بعض الحالات وكربونات مغنسيوم فى حالات أخرى ، وأن اللون الأحمر بعضه مغرة حمراء والبعض الآخر أكسيد الرصاص الأحمر (سلاقون) ، وأن اللون البنى من الهيماتيت وهو أكسيد من أكاسيد الحديد ، وكان اللون الأصفر مغرة صفراء تحتوى فى بعض الحالات على كبريتات كلسيوم ، وكتب عن اللون الأخضر ، كما يقول لوكاس ، أنه زجاج مسحوق ، وعن الأزرق أنه المادة الزجاجية المصرية القديمة . ويعلق لوكاس على ذلك بقوله : ولما كان استعمال السلاقون فى مصر قبل الفصور الرومانية بعيد الاحتمال جدا ، فإن هذا المثال هو على الأرجح من عصر متأخر جدا . أما كبريتات الكلسيوم التى وجدت مع المغرة الصفراء فيحتمل أن تكون مادة غريبة موجودة طبيعيا ، ويحتمل أن يكون اللون الأخضر المثلول بأنه زجاج هو المادة الزجاجية الخضراء المصرية المشهورة - وكان اللون الأسود كربونا .

ويذكر ألفريد لوكاس أنه قام بفحص تسعا من عينات الألوان المأخوذة من ألواح الكتابة ، أحداها بيضاء من عصر الدولة القديمة ، وقد وجد أنها كربونات كلسيوم ، والثمان عينات الأخرى من عهد الأسرة الثامنة عشرة ، واحدة منها بيضاء وجد أنها كبريتات كلسيوم وواحدة ذات لون أصفر فاقع كانت رهجا (كبريتور الزرنيخ) ، وثلاثا حمراء كانت كلها من المقرة الحمراء ، وثلاثا سوداء كانت كربونا .

وتم تحليل واحد ، كما يذكر لوكاس ، يمكن الرجوع اليه مما نشر من تحليلات المداد الذي كتبت به الوثائق المصرية القديمة ، وقد أجراه فيزنر وأورده في بيانته عن برديات رينر التي وجدت بالفيوم ويرجع تاريخها الى الفترة الممتدة من القرن التاسع الى القرن الثالث عشر بعد الميلاد ، فذكر أن هذه البرديات مكتوبة بنوعين مختلفين من المداد أحدهما مداد كربوني والآخر مداد حديدي . وذكر شوبرت كذلك نوعين من المداد استخدمهما في الكتابة على البردي أحدهما أسود والآخر بني يرجع تاريخه الى القرن الرابع الميلادي غير أن طبيعة هذا النوع من المداد لم تعين فيما يظهر ، وإن كان لونه البني ، كما يقر لوكاس ، يشير الى أنه مداد حديدي .

وقد فحص « كرم » عينات من مداد أسود كتب به على لخاف قبطية فوجد أنها تتكون أساسا من الكربون . ويذكر لوكاس أنه قام بفحص عينات شتى من مداد أسود على بعض الوثائق ، وكانت تتضمن عددا كتب به على لخاف (لم يحدد تاريخها) ، وعددا حررت به برديات يمتد تاريخها من العصور الرومانية الى القرن التاسع الميلادي ، فكانت كلها من الكربون ، وعددا حررت به عدة وثائق من الرق يرجع تاريخها الى الفترة الممتدة من القرن السابع الى القرن الثاني عشر بعد الميلاد ، وكان المداد في جميع هذه الحالات أحد مركبات الحديد .

ويقرر لوكاس أن الكربون المستخدم في صنع المداد كان هو السنتاج في معظم الأحوال ، وكان يكشط من أوعية الطبخ في الغالب ، ولو أنه كان يجهز في بعض الأحيان لهذا الغرض خاصة . ويشد عن هذا فحم الخشب الذي وجدته لوري .

وثمة طريقة لاعداد مداد الكربون الذي يستعمل في كتابة الكتب الدينية ، يقول لوكاس أن أحد كهنة الكنيسة القبطية قد تكرم وأطلعه علينا ، وبيانها كالآتي : توضع كمية من البخور على الأرض ومن حولها ثلاثة أحجار أو قوالب طوب . ويمتد إليها صفحة فخارية بحيث يكون قعرها الى أعلى ، وتغطى بقطعة مبتلة من القماش ثم يشعل البخور ، فيرسب

ما يتكون من البخور على الصفحة ، فيؤخذ ويمزج بالصمغ العربى والماء ، ويتكون بذلك المداد المطلوب ٠٠ ويذكر لو كاس أيضا انه يوجد بدار الكتب فى القاهرة كتاب عربى قديم يحتوى على وصفه لتركيب ما سمي بالمداد الفارسى ، وهذا الكتاب غفل من اسم واضعه وتاريخ كتابته ٠٠ أما الوصفة ، وكما ذكرها لو كاس ، فببافتها أن يؤخذ نوى البلح ويوضع فى وعاء فخارى ويسد الوعاء بسدادة من الطين ويوضع فوق النار حتى اليوم التالى ثم يرفه ويترك حتى يبرد ، فيؤخذ ما فيه ليطحن وينخل ويصنع منه المداد بمزجه بالصمغ العربى والماء ٠٠ وقد علق لو كاس على هذه الوصفة بقوله : « ولكن مدادا كهذا يكون ردىء النوع محتويا على كمية قليلة جدا من الكربون الخالص » .

والكربون أقدم ما عرفت من مواد صنع المداد ، ويرجع تاريخ استخدامه ببصر فى الكتابة الى عصر من العصور التى تسبق عهد الأسرة الأولى المصرية ، أى الى ما قبل سنة ٢٤٠٠ ق م ، فقد عثر بترى - كما جاء فى كتاب لو كاس - على (عشرات من الجرار المصنوعة من الفخار عليها كتابات بالمداد) ، وهذه الجرار من تاريخ (ربما كان يرجع الى منتصف عهد الأسرة السابقة للملك مينا) ٠٠ وهناك أيضا أمثلة من الكتابة بالمداد الأسود مما يرجع الى عهد الأسرة الأولى بعضها على أجزاء من أوان حجرية مكسورة ، واحداها على ختم جرة ، واثنان منها على لوحين خشبيتين ٠٠ ويقول لو كاس أنه على الرغم من أن المداد لم يحلل فى أى من هذه الحالات ، فإنه مما يبعد احتمالها جدا أن يكون من مادة أخرى غير الكربون .

وبعد هذه المقدمة الموجزة التى تناولنا فيها نشأة صناعة ورق البردى وأوضحنا فيها بعض الطرق التى حاول بها بعض الدارسين عمل ورق بردى بقصد الوقوف على الطريقة التى استطاع بها المصرى القديم انتاج بردياته التى سجل بها سبقا حضاريا ستظل البشرية مدينة له ولمصر بفضلها ، والتى تناولنا فيها أيضا نشأة المداد ونوعياته وتطور استخدامه والطرق التى تصورها الدارسون لصناعته قديما ، نقول : أن أوراق البردى مادة بسيطة التكوين تتكون أساسا من السليولوز وبقايا طفيفة من عصارات نبات البردى التى تتكون بصفة أساسية من قليل من الأملاح والسكريات وقليل من المواد النشوية والمواد الدابغة ٠٠ وهذا التركيب البسيط أو هذه الخاصية هى التى مكنت أوراق البردى من البقاء وأعطتها القدرة على مقاومة عوامل التلف .

وفما يختص بالمداد الذى استخدم عبر آلاف السنين ، منذ عصر ما قبل الأسرات وحتى القرن الثالث عشر بعد الميلاد ، نقول بأنه هو الآخر يتميز ببساطة تركيبه وقلة نوعياته وبأنه صنع هو الآخر من مواد طبيعية

غير نشطة كيميائيا الى حد كبير ، الأمر الذى لم يجعل منه مصدر اتلاف كبير لأوراق البردى .

وعلى هذا الأساس نرى الاكتفاء ببعض الاختبارات البسيطة التى يمكن بواسطتها التعرف على مكونات أوراق البردى البسيطة والمحدودة والحالة التى توجد عليها . . وهذه الاختبارات سوف تساعد دون شك فى عملية اختيار المناسب من طرق ومواد العلاج والصيانة فى تهيئة ظروف الحفظ والعرض المناسبة . . ونرى أن أهم الاختبارات التى يجب القيام بها هى :

١ - التعرف على أنواع الأحبار المستخدمة واختبار مدى مقاومتها للمذيبان فى الماء أو المذيبات العضوية .

٢ - التعرف على المواد اللاصقة المستخدمة فى تثبيت الأحبار .

٣ - قياس أو تعيين تركيز أيونات الهيدروجين فى المحلول المائى الذى يمكن فى أغلب الحالات استخلاصه بسهولة وأمان من أوراق البردى .

٤ - التعرف على المركبات المعدنية المختلطة بأوراق البردى وذلك باتباع طرق الفحص الميكروسكوبى .

٥ - التعرف على نوعية المواد السليولوزية المكونة لأوراق البردى والحالة التى توجد عليها .

ولما كانت جميع هذه الاختبارات وغيرها قد ذكرت بتوسيع وبتفصيل عند تناولنا لطرق فحص الورق ، فليس هناك داع لتكرار الحديث عنها ويمكن الرجوع إليها واختيار المناسب منها .

طرق فحص الجلود والرق

طرق فحص الجلود :

من الثابت الآن أن هناك علاقة مباشرة بين الكيفية أو الطريقة التى يحيا بها الحيوان والظروف التى يتواجد فيها وبين الخواص التركيبية للجلود الحية ، وذلك على أساس أن الجلود ليست فقط أغشية حامية للحيوان ولكنها تقوم أيضا بالكثير من الوظائف الحيوية-الфизиولوجية ، مثال ذلك حفظ درجة حرارة الجسم وافراز مائه الزائد وحمايته من أخطار العوامل الطبيعية والبكتريولوجية الضارة .. ولو نظرنا الى الجلود من هذه الزاوية لأدركنا الكثير من العوامل التى تتحكم فى الكيفية التى تنمو بها جلود الحيوانات .

ولقد كان للبيولوجيين والمتخصصين فى علم الأنسجة الذين قاموا بدراسة الخواص التشريحية للجلود الفضل الأكبر فى تزويدنا بالكثير من المعلومات التى استطعنا عن طريقها معرفة الكثير عن الخصائص التركيبية للجلود وبالتالي معرفة الكثير عن وظائفها الحيوية .

وفىما يلى سوف نورد مقطع (Cross Section) فى أحد العينات المأخوذة من جلد الماشية (Gattle hide) وسوف ننف من خلال دراسته على المكونات الأساسية للجلد والوظائف التى يقوم بها .

ونجد أن الملامح السائدة فى هذا المقطع هى الحويصلات الشعرية (hair follicles) وكيفية نمو الشعر منها .. ويتضح لنا أن الشعر له

جذر على هيئة بصيلة مفرطة القاع لها جراب على شكل الكاس أو الفنبان . وفى أثناء نمو الشعر تتغذى الحويصلة من خلال وعاء دموى صغير بينما نجد أن البروتين وغيره من المواد الموجودة فى الحويصلة تتخذ شكل خلايا تتركز فى جذور الشعر . وفى أثناء نمو الشعر فإن هذه الخلايا تتحرك نحو سطح الجلد وتصبح أكثر استطالة . وفى الوقت الذى تصل فيه ألياف الشعر الى سطح الجلد فإن هذه الخلايا تنتشر على هيئة وحدات بنائية طويلة رفيعة داخل الشعر ذاته .

وتتكون الأسطح الخارجية للشعر من مواد بروتينية تتصلب بالتدرج كلما نما الشعر حتى أنها عندما تخرج من سطح الجلد من خلال الحويصلات تكتسب مظهرا صلبا محرشا .

ويتكون الشعر أساسا من الكيراتين (Keratin) أى البروتين الذى يحتوى على الكبريت (Sulphur-bearing protein) وتغلف حويصلة الشعر بخيوط من الكيراتين تمتد من سطح الجلد الى الحويصلة ثم تصعد ثانية الى السطح .

وتسمى الطبقة الخارجية من الجلد بالبشرة (Epidermis) وهى طبقة صلبة على هيئة قشور وتتميز بأنها خاملة كيميائيا . وتنمو خلايا الجلد من تحت طبقة البشرة وتندفع الى أعلى مهياة نموا جديدا يحمى الطبقات الخارجية من الجلد . ويوجد فى منتصف الطريق من الطبقة الخارجية للجلد الى حويصلات الشعر أنابيب (Ducts) تخرج من الغدد الشحمية (Sebaceous gland) وهذه الغدد عبارة عن غدد تفرز المواد الدهنية التى تقوم بتوصيلها القنوات المتجهة الى الحويصلات ثم الى الشعر نفسه وكذلك الى السطح الخارجى للجلد .

ونجد أن هذه الغدد توجد بكثرة فى جلود الحيوانات التى تحمل فراء ثقيلة حتى تحفظ للياف الشعر طراوتها . وبالإضافة الى هذه الوظيفة نجد أن الغدد الشحمية تقوم بوظيفة حيوية أخرى وهى حفظ درجة حرارة الدم فى الكثير من الحيوانات ذات الدماء الدافئة . وبجانب الغدد الشحمية يوجد بالجلد نوع آخر من الغدد يطلق عليه اسم الغدد العرقية (Sudoriferous or Sweat glands) وهى الغدد التى يتخلص الجسم بواسطتها من الماء الزائد فى الأنسجة وكذلك من فضلات الجسم الضارة كالألاح وغيرها . ويتم ذلك عن طريق المسام الموجودة بالجلد . ويرتبط على تبخر العرق الذى تفرزه هذه الغدد انخفاض درجة حرارة الجسم . ونجد أن هناك توازنا دقيقا بين عمل الغدد الشحمية والغدد

العرقية بحيث يؤدي الى ثبات درجة حرارة الجسم ، وهو احتيايج حيوي على اكبر قدر من الأهمية •

ونجد أن التركيب البنائي لألياف الشعر بالقرب من سطح الجلد يتميز بنمط وثيق الصلة بدرجة انحدار أو ميل الحويصلات الشعرية •• كما نجد أن هذا التركيب البنائي في هذه الطبقة السطحية من الجلد يتميز بدقته وانتظامه بينما نجد أنه في الطبقة الجلدية التي تقع أسفل جذور الشعر يتحول الى تركيب عشوائي غير منتظم الى حد كبير ، ونجد أن زاوية النسج (Angle of Weave) الخاصة به تكون في حدود ٤٥ درجة •• ونلاحظ هنا أن التركيب البنائي للألياف يتميز بأنه كثيف وثقيل وذو عقد (Tangled) وبالقرب من الطبقات الداخلية للجلد نجد أن الألياف تتخذ الى درجة كبيرة مسارا أفقيا موازيا للسطح الخارجي للجلد •

ويتميز التركيب الشبكي لألياف الكولاجين (Collagen) باحتوائه على حبيبات دقيقة على سطحه وبوجود ألياف كاملة وكثيفة في منتصفه •• وهذه الخاصية التي يتميز بها التركيب الشبكي لألياف الكولاجين هي التي تكفل لنا امكانية تحويل الجلود الخام الى جلود مدبوغة •• ويمكن القول بأن هيئة وشكل ألياف الكولاجين هي التي تعطي للجلود المدبوغة هذه الخواص الفريدة من حيث الاستعمال والمظهر الجمالي •

بالاضافة الى التركيب الشبكي لألياف الكولاجين يوجد بالجلود الحية تركيب شبكي آخر من ألياف الالاستين (Elastin) وألياف الالاستين هذه تتميز بأنها خاملة كيميائيا وبأنها تزيد من صلابة الجلود •

ويوجد في جلود الحيوانات عددا من الاعصاب ، ومن أهمها النوع الذي يطلق عليه اسم العصب السائد للألياف الشعرية (Erector Pilimuscule) وهو يتفرع من فتحة حويصلة الشعر ويسير الى أسفل بزاوية أقل ميلا أو انحدارا من زاوية ميل حويصلة الشعر ذاتها •• وهذا العصب هو الذي يسبب انتصاب الشعر في لحظات الخطر ، الأمر الذي يجعل الحيوان أكثر انتباها وحذرا لمجابهة هذا الخطر ، وبالإضافة الى ذلك فانه يزيد من قوة ابصار الحيوان في لحظات الخطر

هذه ٠٠ وقد أثبتت الدراسات التى أجريت فى هذا الموضوع وجود دلائل كثيرة تشير الى أن الشمس الذى يحدث فى هذا العصب يسبب قيام الغدة الشحمية (Sebaceous gland) بإفراز كمية أكبر من المواد الدهنية ٠٠ وهذا التصرف التلقائى هو جزء من التفاعلات الفسيولوجية التى تصاحب شعور الحيوان بالألم ٠

وتوجد تحت سطح الجلد مجموعة أخرى من الأعصاب تتخذ مسارا موازيا لسطح الجلد وتمتد من منطقة بالقرب من الكتفين على هيئة وحدات مروحية واسعة (Wide fan type patterns) حتى تصل الى الأرجل الخلفية ٠

والواقع أن الأعصاب ليست لها أهمية فى الجلود المدبوغة ولذلك فانه يجب ازالتها أثناء عمليات تصنيع الجلود المدبوغة ٠

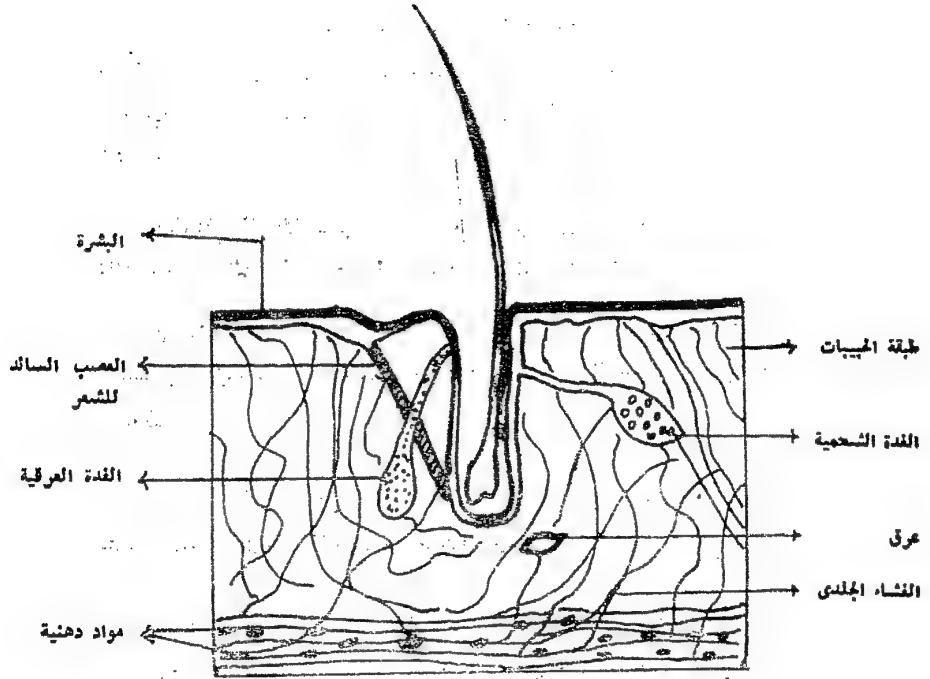
وتستخدم الفراغات الموجودة بين حزم الكولاجين فى تخزين المواد الغذائية الزائدة على هيئة دهون ٠٠ وتنقسم الدهون فى الجلود الى قسمين :

القسم الأول : يقوم بوظائف فسيولوجية حيث يستخدم فى عملية تشحيم الشعر وفى حفظ درجة حرارة الجسم ٠

القسم الثانى : فيقوم بدوره كمخزون للمواد الغذائية ٠

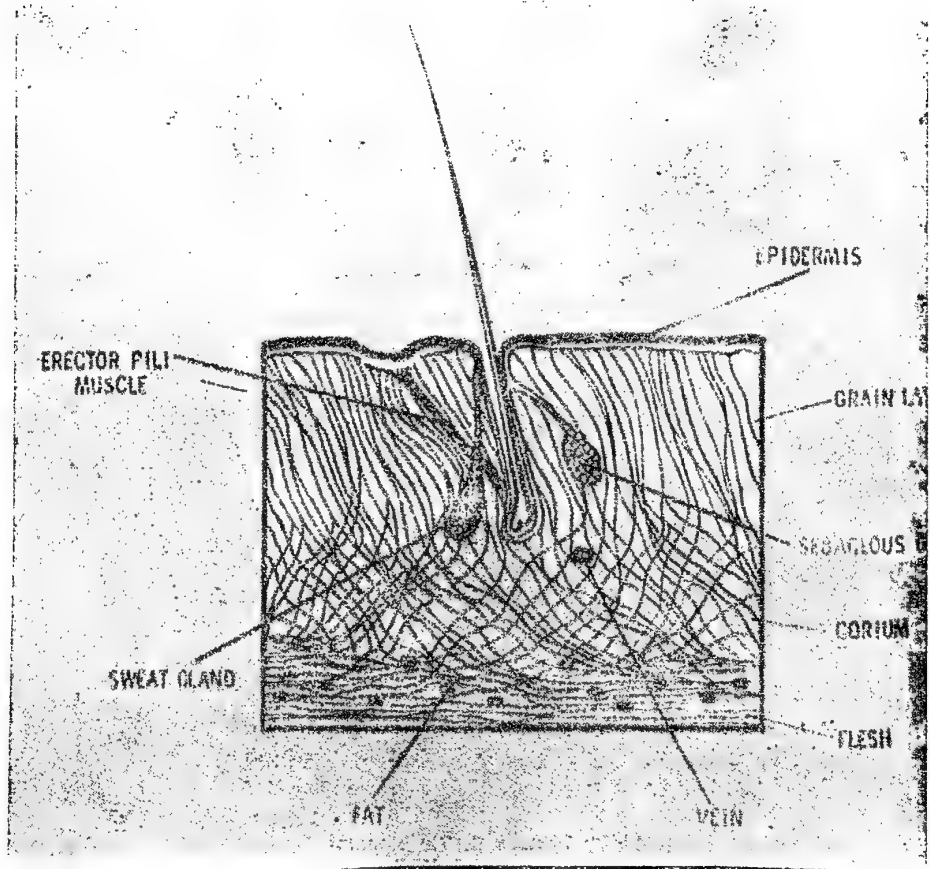
وفى فصل الربيع وعندما تتخلص الحيوانات من فرائها الثقيلة فإن الشعر يتساقط من جذوره وينمو شعر جديد من نفس الحويصلة ويترتب على هذه العملية أن تتكرر بصفة دورية. ففى فصول السنة المختلفة تغيرات كبيرة فى التركيب البنائى للشعر ، الأمر الذى يترتب عليه حدوث تغير فى نوعية الجلود المدبوغة ٠

وتحتوى الجلود أيضا على نظام كامل من الشرايين والعروق ٠٠ ويمكن أن نفرق بسهولة بين الشرايين والعروق ، فالشرايين قد بنيت على أساس أنها تتحمل ضغط الدم العالى ولهذا فهى مبطنة بطبقة دهنية ٠

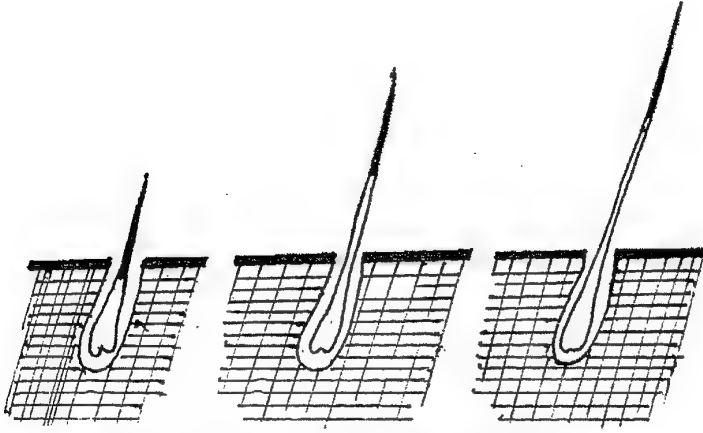
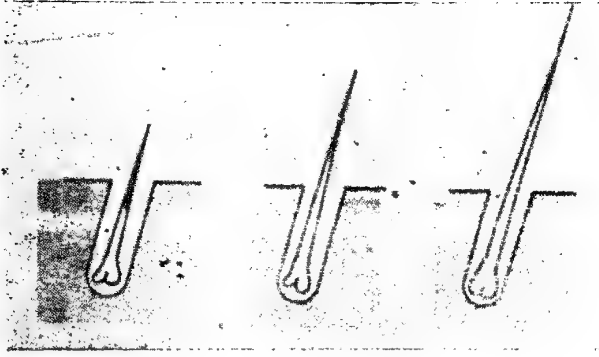


«مقطع في جلد بقرى تظهر فيه المكونات الأساسية للجلد»

(After Thomas C. Thorstensen)

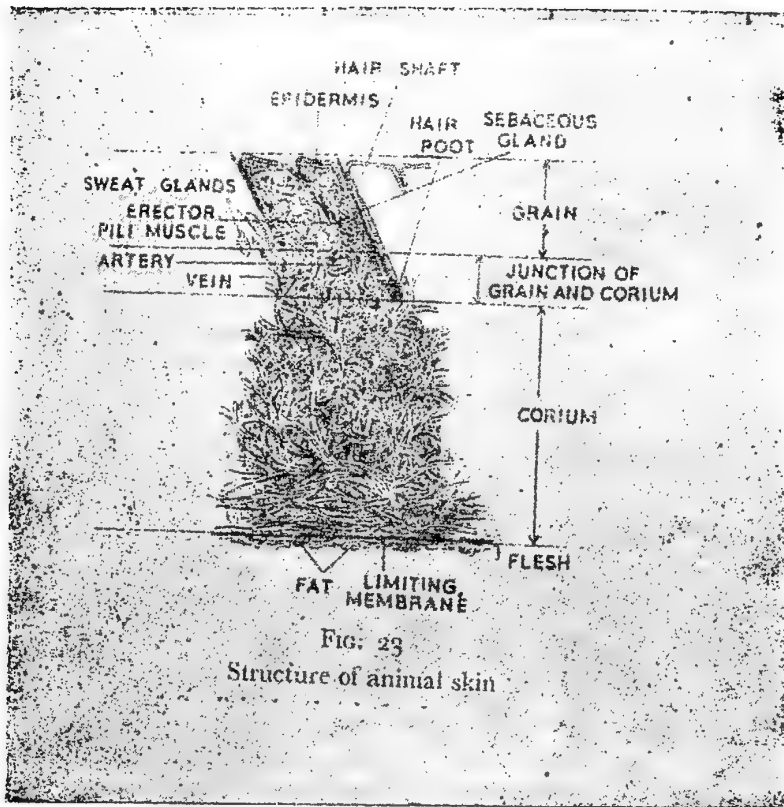


« مقطع يوضح التركيب البنائي لجلود الحيوانات »
 (After Brit. Leather Mfrs. Research Assn.)



رسم يوضح النمط التقليدي لنمو الشعر في جلد البقر وغيره من
الحيوانات ذات النماء الدائمة .. وينمو الشعر الجديد في الحويصلة بحلول
كاملة النمو .. مع ملاحظة أن النمو الجديد للشعر يحدث في قاع
الحويصلة .

(After Thomas C. Thorstensen)



« التركيب البنائي لجلود الحيوانات »

(After Brit. Leather Mfrs. Research Assn.)

وبعد هذه المقدمة الموجزة التي تناولنا فيها الخصائص التشريحية
للعنود والوظائف الفسيولوجية لمكوناتها ومدى تأثير البناء التركيبى
للألياف بهذه الخصائص والوظائف نستطيع الآن مواصلة الحديث عن فحص
العنود المدبوعة . وسوف نكتفى بالحديث عن الفحص الميكروسكوبى وعن
تعيين قيمة الأس الهيدروجينى السالب (PH. Value) وذلك على أساس
أنهما أهم وأيسر وسائل الفحص التى يستطيع المرمم أو المعالج على أساسها
الوقوف على نوعية وحالة الجلود وتقرير ما يلزم لها من ترميم وعلاج .

أولا - الفحص الميكروسكوبى :

سبق أن أوضحنا وجود علاقة مباشرة بين الكيفية أو الطريقة التى
يعيش بها الحيوان والظروف التى يتواجد فيها وبين الخواص التركيبية
أو البنائية للجلود الحية . . ونزيد على ذلك بأن نقول أن الدراسات
الحديثة قد أثبتت وجود علاقة مباشرة بين هذه الخصائص وبين نوع
الحيوان وجنسه وظروف معيشته وطعامه . . ومن هذا يمكن القول بأنه
يمكن لنا بالفحص الميكروسكوبى لشرائح الجلود أن نفرق بين أنواعها
المختلفة اذا ما عرفنا الخصائص التى تميز كل واحد منها . . وهذا
ما سوف نتناوله بالحديث .

جلود الماشية : (Cattle hide)

فى حالة الماشية يقوم كل من الشعر والجلد بوظيفة الحماية
للحيوان . . ونجد أن ألياف الجلد تكون أثقل فى منطقة الظهر عنها فى
منطقة البطن ، وكذلك الشعر فانه يكون أطول فى منطقة الظهر عنه فى
منطقة البطن .

ومن ناحية أخرى توجد فروق جوهرية بين جلود الماشية التى تربى
بغرض الاستفادة من لحومها (beef cattle) وبين جلود الماشية التى
تربى بغرض الاستفادة من البانها (dairy cattle) وذلك لاختلاف
نوعية العلف الذى يقدم لكل منهما ، فعلف الماشية التى تربى بغرض
الاستفادة من لحومها يكون عادة غنياً بالبروتين ، بالإضافة الى ذلك فان
تسمين الماشية للاستفادة من لحومها ينتج عنه ترسب كمية كبيرة من
الدهون فى جلودها ، الأمر الذى يترتب عليه حدوث تغيرات ملحوظة فى
كيفية ترتيب ألياف الجلد (Change in fiber orientation)
اذ نلاحظ وجود خلل فى ترتيب ألياف الجلد الرأسية نتيجة لترسب كتل
الدهون فى الجلد .

ولما كانت الماشية التي تربي بقصد الاستفادة من ألبانها تعيش عادة في حظائر تحت ظروف غير متقلبة الى حد كبير ويقدم لها العلف الغني بالمواد التي تجعلها تدر كمية كبيرة من اللبن ، فإن جلودها تختلف عن جلود الماشية التي تربي بغرض الاستفادة من لحومها ، ونجد أن جلودها تتميز بأنها أقل سمكا وأكثر انبساطا وأقل إحتواء على الدهون وشعرها أقل طولاً . (انظر صور الشرائح الميكروسكوبية) .

جلود العجول : (Calf skin)

تذبح العجول الذكر اللباني بعد مرور شهرين أو أكثر من ولادتها ، ولما كانت جلود الماشية ، بطبيعة الحال ، هي جلود العجول النافعة فإننا لابد أن نتوقع وجود علاقة بينهما . ولهذا السبب فإننا نجد أن عدد حويصلات الشعر (Hair follicle) في كل منهما واحدا ، وأن الاختلاف الرئيسي بينهما من وجهة النظر البنائية (Structural Point of View) هو في دقة حبيبات جلود العجول .

ولما كانت حويصلات الشعر في جلد العجول أصغر كثيرا من مثيلاتها في جلد الماشية وأكثر التصبعا ، ولما كانت حزم الكولاجين (Collagen bundles) أصغر من مثيلاتها في جلود الماشية ، فإننا نجد أن جلد العجول يتميز بتركيبه البنائي الدقيق . وهذه الخاصية تجعل جلد العجول أكثر صلاحية لإنتاج الجلود الفاخرة (انظر صور الشرائح الميكروسكوبية) .

جلود الأغنام : (Sheep skin)

من الأهداف الرئيسية لتربية الأغنام الاستفادة من صوفها ، ولهذا نجد أن المربين يقدمون لها الأعلاف التي تساعد على نمو الصوف وتحسين نوعيته . ولما كان الصوف يشكل في الواقع الوقاية الرئيسية للأغنام ، فإننا نجد أن جلودها في هذه الحالة تقوم أساسا بدور الأرضية التي ينمو منها الصوف وتضاهل دورها في عملية الوقاية ، ولذلك فإننا نجد عند فحص مقطع جلود الأغنام وجود عدد كبير جدا من غدد الدهون (Fat glands) التي تستخدم إفرازاتها الدهنية في تشحيم أو تطرية الصوف .

وتتميز جلود الأغنام بأنها منامية جدا وبأنها لا تحتوى على كثير من ألياف الجلد البنائية (Structural fibers) وترتب على نقص الألياف الجلد البنائية وجود عدد كبير من غدد الدهون في طبقة الجلد الواقعة

نسق جذور الشعر حدوث ضعف طبيعي في هذه المناطق (أنظر صور الشرائح الميكروسكوبية) .

جلود الماعز : (Goat skin)

الماعر حيوان يعيش في المناطق الاسنوائية . . ويقوم كل من الشعر والجلد بوظيفة الحماية لهذا الحيوان . . وإذا ما عقدنا مقارنة بين جلود الماعز وجنود الأغنام فسوف نجد أن جلود الماعز تفضل جلود الأغنام لاحتوائها على تركيب بنائي متماسك ومتميز من ألياف الجلد .

ولتميز جنود الماعز بتركيب بنائي متماسك فانها أكثر قابلية للبقاء (durable) ولهذا تستخدم في صناعة أفخر أنواع الجلود المدبوغة . (أنظر صورة الشرائح الميكروسكوبية)

جلود الخنازير : (pig skin)

من الثابت أن جلود الخنازير تتوافق تماما مع الكيفية التي تعيش بها الخنازير . وتكتسى جلود الخنازير بكمية قليلة من الشعر ويتميز تركيبها البنائي بصلابته وتماسكه واحتوائه على كمية كبيرة من الدهون . . وشعر الخنزير هو الآخر يتميز بصلابته النسبية وبوجوده على هيئة خصلات (Clumps) ونجد أن قاع حويصلات الشعر يقع بالقرب من السطح السفلي للجلد . . وعلى ذلك تتميز جلود الخنازير بمساميتها وباحتوائها على ثقوب نافذة في طبقات الجلد المختلفة وذلك بسبب وجود حويصلات الشعر بالقرب من السطح السفلي للجلد . (أنظر صورة الشرائح الميكروسكوبية) .

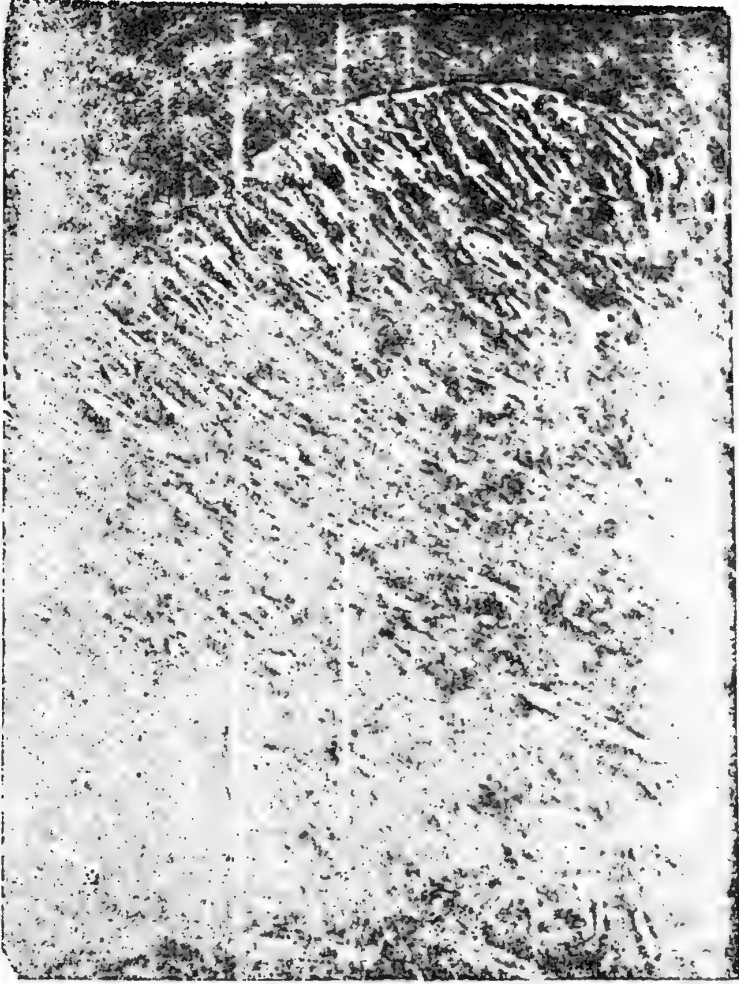
جلود الخيل : (Horse Hide)

يقسم جلد الحصان عادة الى جزئين متمايزين ، الجزء الأمامي من الجلد ، وهو على الرغم من كثافة الشعر به يتميز برقته النسبية وبتشابهه الى حد كبير مع جلود الماعز من حيث تميزه بتركيب بنائي متماسك من الألياف . . أما الجزء الخلفي من الجلد وهو الجزء الذي يغطي مؤخرة الحصان فنجد أنه أكثر سمكا ، كما أن المساحة الواقعة منه فوق قمة مؤخرة الحصان تتميز بتركيب شبكي متضام وتماسك من الألياف يطلق عليه اسم محارة الالية أو محارة الأرداف (Horse butt shell) ويمكن تمييز هذه المحارة بسهولة عن طريق تركيبها البنائي المتميز بكثافته العالية جدا . . وقد استخدم هذا الجزء من جلد الحصان في صنع نوع مشهور جدا من الجلود المدبوغة يعرف باسم جلد الكوردوفان (Cardovan Leather) (أنظر صور الشرائح الميكروسكوبية)

الزواحف هي حيوانات من ذوات الدم البارد ، و يترتب على هذا أن جلودها ليست لها خاصية حفظ الحرارة (Thermostatic function) وعلى ذلك فهي خالية من الشعر والغدد الشحمية . . وتقوم الحراشيف التي تغطي أجسادها بوظيفة الشعر في الحيوانات ذوات الدم الساخن . كما أن هذه الحراشيف - كما أثبت المتخصصون في علم الأنسجة - تقوم أيضا بوظيفة الحماية لهذا النوع من الحيوانات .

وجلود الأسماك لها نظام بنائي خاص يتوافق مع ظروف معيشتها في الماء الذي يقوم بوظيفة حمايتها ، الأمر الذي يترتب عليه اختلاف تركيب أليافها البنائي عن التركيب البنائي لجلود الحيات والسحالي مثلا .

وفيما يختص بجلد كلب البحر ولكونه يحمل حراشيف صغيرة فاننا نجد أنه مغطى بطبقة سطحية خاملة يطلق عليها اسم الشاجرين (Shagreen) تقوم بوظيفة حمايته . (أنظر صور الشرائح الميكروسكوبية) .



لوحة (١)

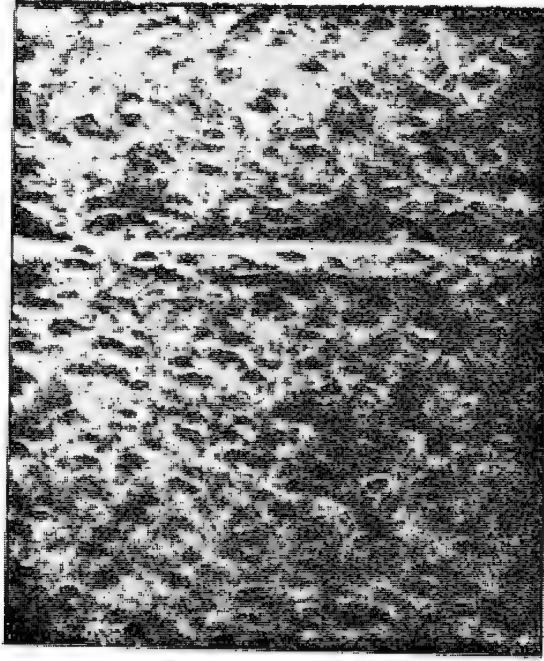
صورة لشريحة ميكروسكوبية اخذت من عينة من جلود الماشية • وقد نزع الشعر من
الجلد بغسل انواع خاصة من الانزيمات وازيل الشعر من طبقة الكيراتين
(Keratin layer)
وتظهر في الصورة جلود الشعر والتركيب البنائي لطبقة الكيراتين المتجهة الى حويصلة
الشعر كما تظهر ايضا بعض الغدد الشحمية متصلة بجلود الشعر •

Council Laboratory
Courtesy tanners

صورته بمعرفة

لوحة (٢)

مجموعة صور لشرائح ميكروسكوبية جهزت من جلود النيران ٠٠ ولما كان مقصودا بها الدراسة المقارنة، فقد أخذت عينات الجلود من طبقات الجلد السطحية والداخلية ، كما اخذت من حيوانات ذات أعمار مختلفة ، أى من المعجول ومن النيران ٠٠ وقد جهزت الشرائح بحيث تمثل المقطع (cross section) وسطح طبقة سطحية من الجلد ٠٠ ويتضح من المقارنة ان جلد المعجول يتميز بحبيباته الدقيقة ويتقارب حويصلات الشعر (close hair follicle pattern) حتى تتناسب مع حبيباته الدقيقة ٠٠ ويلاحظ تشابه حجم حبيبات الجلد ونمط توزيع حويصلات الشعر فى الشرائح الميكروسكوبية المأخوذة من طبقات الجلد الخارجية والداخلية ، كما يلاحظ هذا التشابه فى الصور ايكروسكوبية للمقاطع ٠



لوحة ٢ (أ .)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية لجلد ثور صغير السن ٠٠
قوة التكبير ١٧ (17 X)

Courtesy tanners
Council Laboratory

صور: بمعرفة



لوحة ٢ (ب)

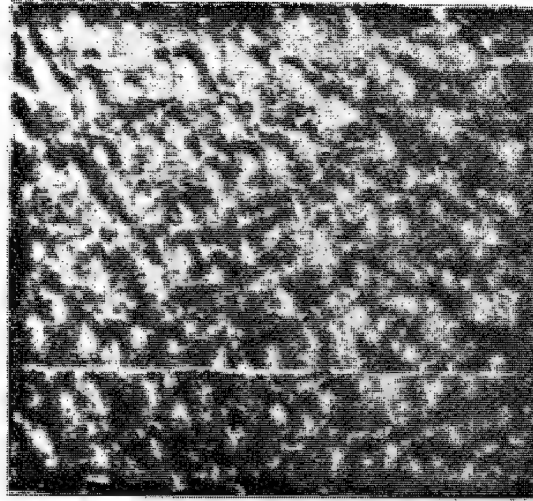
(Cross section) مأخوذ من جلد ثور صغير

صورة ميكروسكوبية لقطع

السن ٠٠ قوة التكبير ١٢ (x 12)

Courtesy tanners
Council Laboratory

صورات بمعرفة

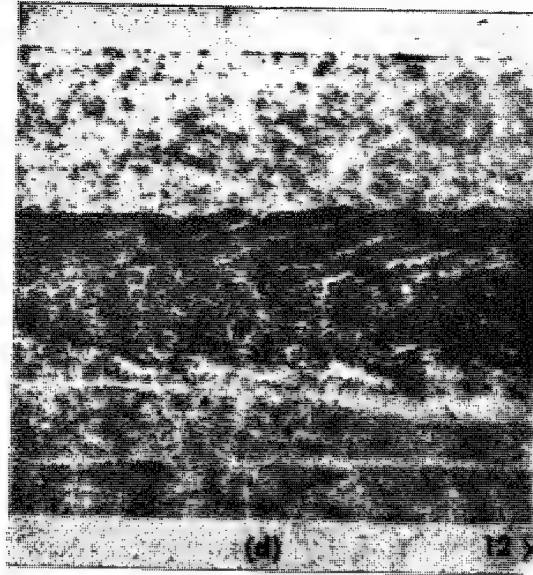


لوحة ٢ (ج)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية لجلد عجل بقرى ذكر
قوة التكبير ١٧ (X 17)

Courtesy tanners
Council Laboratory

صورت بمعرفة



لوحة ٢ (د)

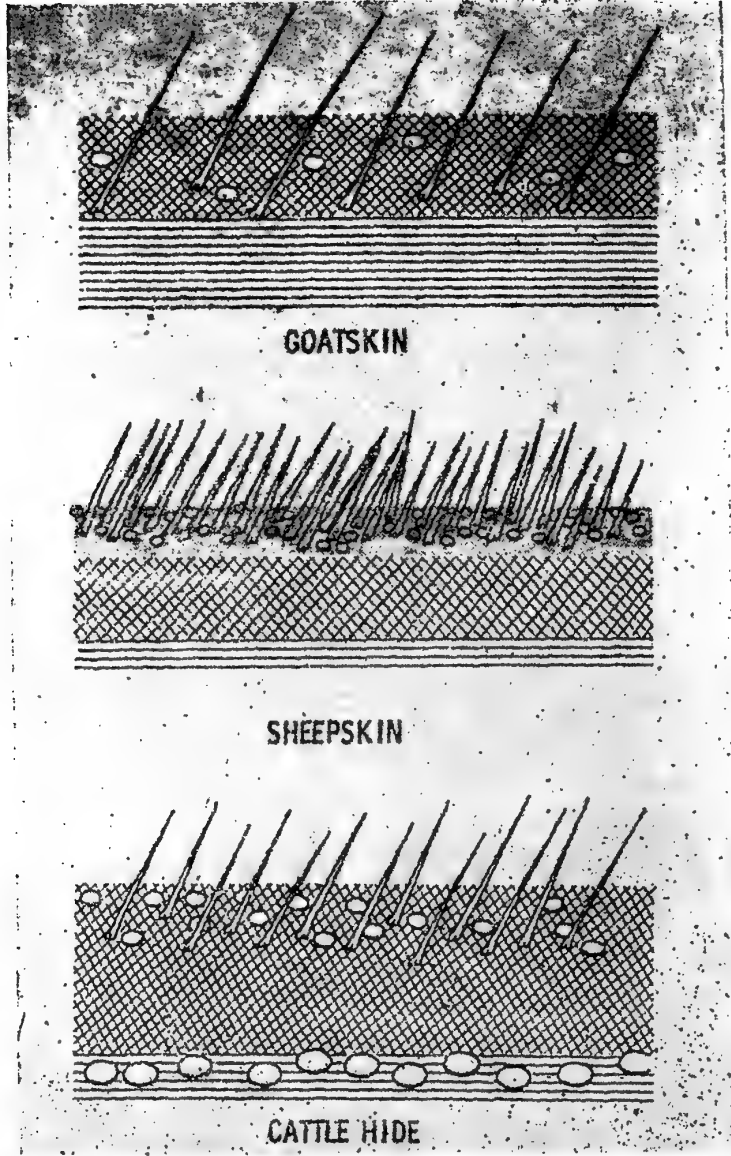
صورة ميكروسكوبية لقطع (Cross section)

مأخوذ من جلد عجل بقرى ذكر ٠٠٠ قوة التكبير ١٢ (12 x)

Courtesy Ianners

Council Laboratory

صورت بمعرفة



لوحة (٣)

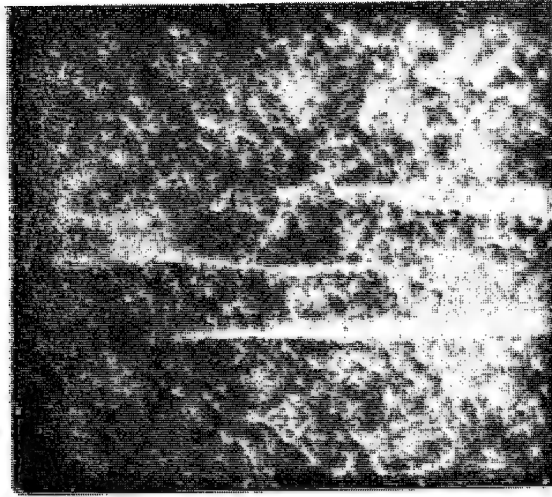
تمثل اختلاف التركيب البنائي لألياف الجلد تبعاً لنوع الحيوان ويتضح منها الفروق الجوهرية بين التركيب البنائي لجلود الماعز وبين التركيب البنائي لجلود الأغنام والماشية . . ويتضح لنا أن جلود الماعز تحتوى على قليل من الشعر وقليل من الدهون إذا ما قورنت بجلود الأغنام وتتميز عنها بتركيبها البنائي القوي والمتماسك . . ويلاحظ أن جلود الأغنام تحتوى على الكثير من الغدد الشحمية وعلى الكثير من جذور الشعر كما أن تركيبها البنائي يتميز برخاوة . . ونرى أن جلود الماشية تحتوى على الدهون بالقرب من جذور الشعر وكذلك فى الطبقة السفلى من الجلد كما نلاحظ أن تركيبها البنائي أكثر تماسكاً من التركيب البنائي لجلود الأغنام وأكثر رخاوة من جلود الماعز .

(After Thomas C. Thorstensen)

لوحة (٤)

مجموعة صور لشرائح ميكروسكوبية جهزت من جلود الأغنام والماعز ولما كان مقصودا بها الدراسة المقارنة فقد جهزت الشرائح بحيث تمثل المنطق (Cross section) والطبقة السطحية من الجلد .. ويتضح لنا أن الفرق بين جلود الأغنام المنتجة للصوف وبين جلود الأغنام غير المنتجة للصوف هو في حجم حويصلات الشعر (Hair follicle) وفي كثافة الشعر .
ومن ناحية أخرى نجد أن جلود الأغنام المنتجة للصوف أكثر مسامية بينما جلود الأغنام غير المنتجة للصوف أكثر تماسكا .

أما جلود الماعز فنجد أنها تتميز بتباعد المسافات بين حويصلات شعرها وبتماسك وصلابة التركيب البنائي لليافها .

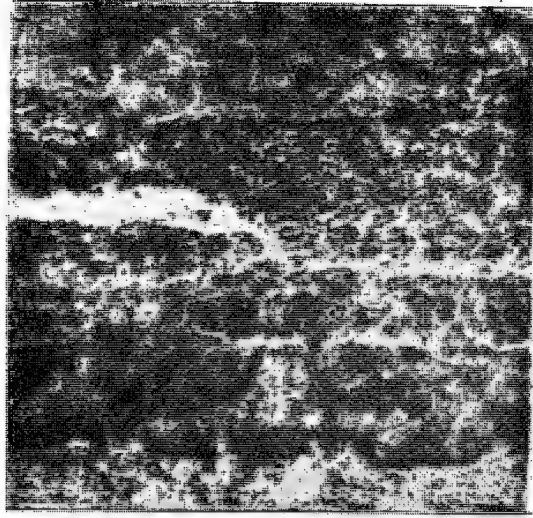


لوحة ٤ (١)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية لجلد الأغنام المنتجة للصوف ..
قوة التكبير ١٧ (17 X)

Courtesy tanners

صورات بمعرفة



لوحة ٤ (ب)

(Cross section)

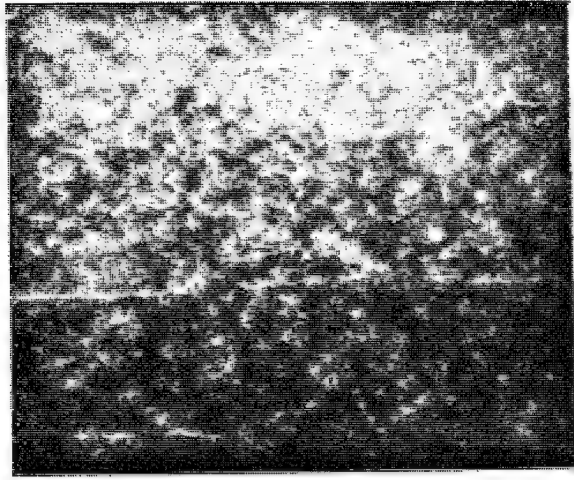
صورة ميكروسكوبية لقطع

ماخوذ من جلد الأغنام المنتجة للصوف

قوة التكبير ١٢ (12 x)

صورته بمعرفة

Courtesy tanners
Council Laboratory



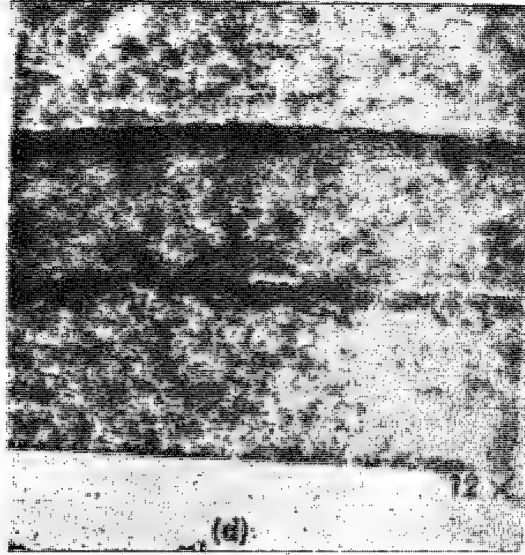
لوحة ٤ (ج)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية بجلد الأغنام غير المنتجة للصوف .

قوة التكبير ١٧ (17 x)

Courtesy tanners
Council Laboratory

صورات بمعرفة



لوحة ٤ (د)

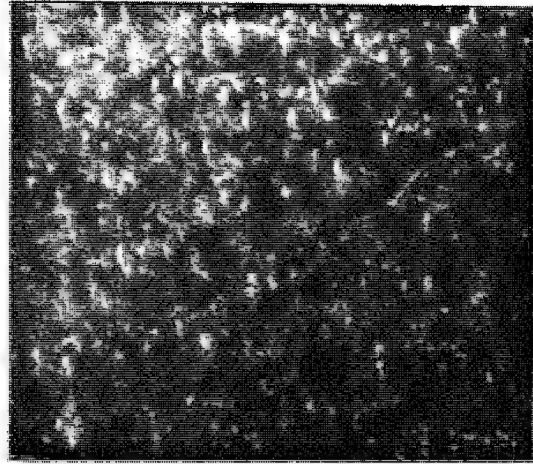
صورة ميكروسكوبية لقطع (cross section)

• مأخوذة من جلد الأغنام غير المنتجة للصوف

قوة التكبير ١٢ (12 x)

Courtesy tanners
Council Laboratory

صورات بمعرفة



لوحة ٤ (هـ)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية لجلد الماعز ..

قوة التكبير ١٧ (x 17)

Courtesy tanners
Council Laboratory

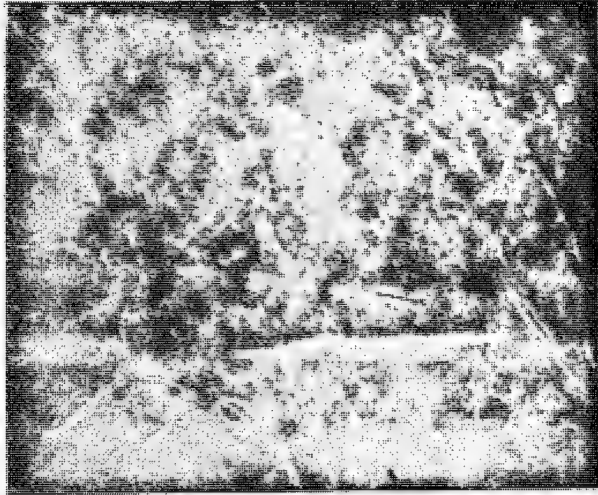
صورت بمعرفة



صورة ميكروسكوبية لقطع
 (Cross section) لوحة ٤ (و)
 مأخوذة من جلد الماعز ..
 قوة تكبير ١٢ (12 X)
 صورت بمعرفة
 Courtesy tanners

لوحة (٥)

صورتين لشريحتين ميكروسكوبيتين من عينتين مأخوذتين من جلد خنزير ٠٠ ويتضح من صورة المقطع (Cross Section) أن حويصلات الشعر (Hair Follicle) تخترق جميع طبقات الجلد حتى تصل الى الطبقة السفلى منه ٠٠ أما صورة الشريحة المأخوذة من طبقة سطحية من الجلد فتوضح لنا حبيبات الجلد الخشنة والتمط الذي توجد عليه جذور الشعر ٠٠ وسوف نلاحظ أن جذور الشعر وموزعة بالجلد على صورة مجموعات أو خلاصات .



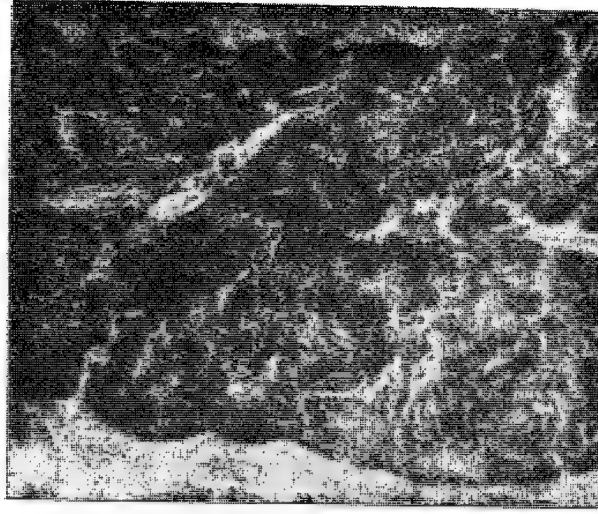
لوحة ٥ (١)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية لجلد خنزير ويتضح منها حبيبات الجلد الخشنة وتمط توزيع جذور الشعر في الجلد .

قوة التكبير ١٧ (x 41)

Courtesy tanners

صورت بمعرفة



لوحة ٥ (ب)

صورة ميكروسكوبية لمنطق (Cross Section) مأخوذ من جلد خنزير ٠٠ ويتضح لنا
من الصورة كيفية اختراق حويصلات الشعر للجلد ٠

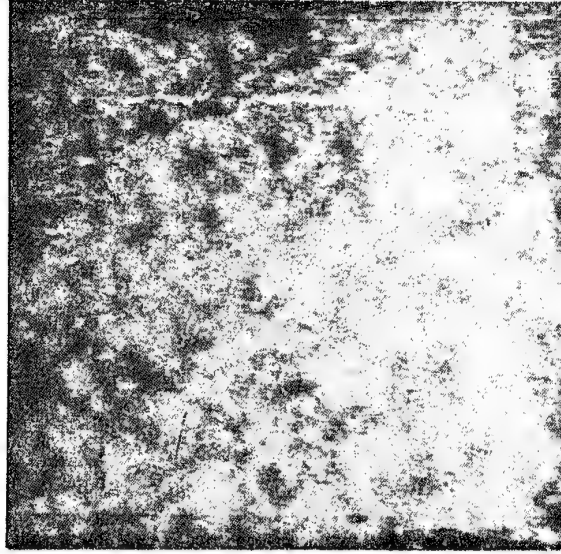
قوة التكبير ١٢ (x 12)

Courtesy tanners

صورت بمعرفة

لوحة (٦)

صورتين لشريحتين ميكروسكوبيتين مأخوذتين من الجزء الأمامي من جلد حصان ٠٠ ويتضح منهما أن التركيب البنائي لألياف الجلد يتشابه مع التركيب البنائي لألياف جلد الأغنام أو الماعز وأنه يتميز بقوة تماسك الألياف ٠



لوحة ٦ (١)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية من الجزء الأمامي لجلد حصان ٠

قوة التكبير ١٧ (17 X)

Courtesy Tanners
Council Laboratory

صورتم بمعرفة



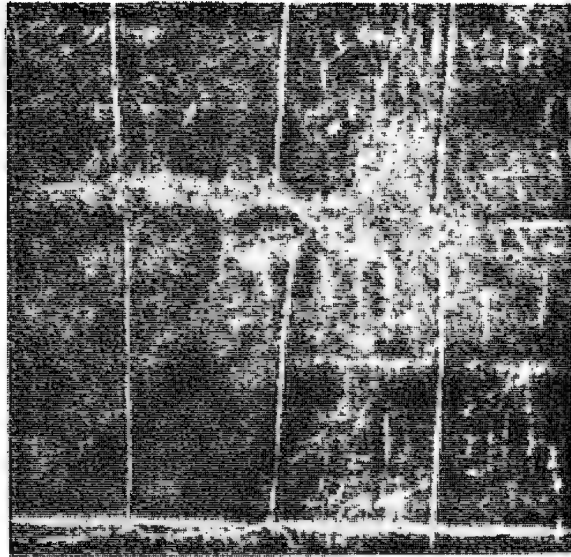
لوحة ٦ (ب)

صورة ميكروسكوبية لقطع (Cross Section) مأخوذ من الجزء الأمامي من جلد الحصان.

قوة التكبير ١٢ (12 x)

Courtesy Tanners
Council Laboratory

صورات بمعرفة



لوحة ٧ (١)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية من جلد التمساح الأمريكي.
ويتضح منه النسيج الشبكي لألياف الجلد .

قوة التكبير ٣ (3 x)

Courtesy Tanners
Council Laboratory

مسورت بمعرفة



لوحة ٧ (ب)

صورة ميكروسكوبية لقطع (Cross Section) مأخوذ من جلد التمساح الأمريكى ..
ويتضح منها خلو الجلد من حويصلات الشعر والغدد الدهنية .

قوة التكبير ١٢ (12 x)

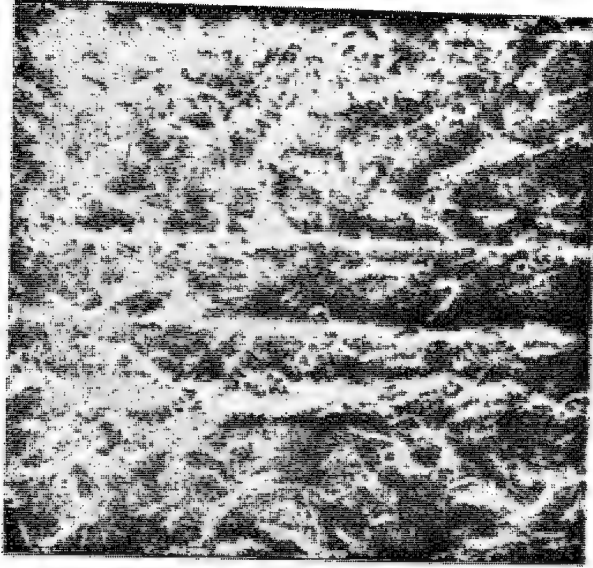
Courtesy Tanners
Council Laboratory

صورته بمعرفة

لوحة (٨)

مجموعة صور تمثل التغيرات التي تحدث في التركيب البنائي لألياف الجلود في المراحل المختلفة لعملية تحويل الجلود الخام إلى جلود مدبوغة .

ولقد أخذت العينات التي أجريت عليها الدراسة من جلد بقرى . . وتظهر من صور الشرائح الميكروسكوبية أن التركيب البنائي لجلد البقر المدبوغ وحتى بعد تشعبه يظل مختلفاً ببعض خصائصه وخواصه .



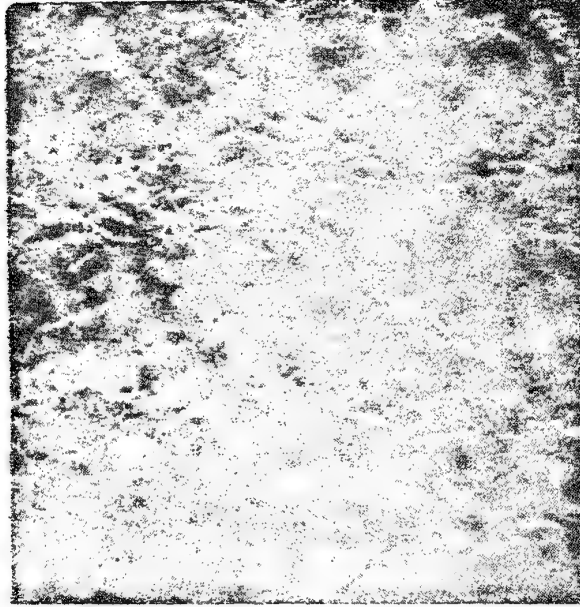
لوحة ٨ (١)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من سطح جلد بقرى مجهز .

قوة التكبير ١٢ X

Courtesy Tanners
Council Laboratory

صورات بمعرفة



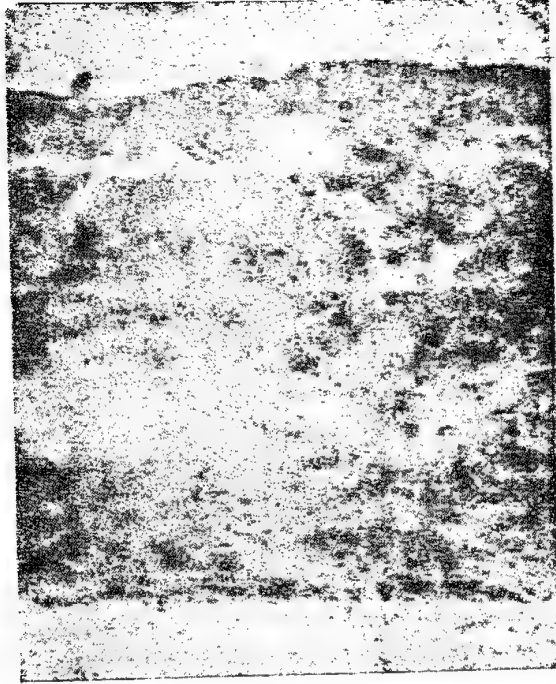
لوحة ٨ (ب)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من سطح جلد بقرى مشطب .

قوة التكبير ١٧ (17 x) .

Courtesy Tanners
Council Laboratory

صورات بمعرفة



لوحة ٨ (ب)

صورة ميكروسكوبية لقطع (Cross Section) مأخوذ من الجلد البقرى المشطوب
الذى أجلى منه الشريعة (ب)

قوة التكبير ١٢ (12 x)

Courtesy Tanners
Council Laboratory

صورته بمعرفة



لوحة ٨ (د)

صورة ميكروسكوبية لقطع (Cross Section) مأخوذة من جلد بقرى مشطّب تشطّيباً

نهائياً .

قوة التكبير ١٢ (12 x)

Courtesy Tanners
Council Laboratory

مصورت بمعدّلة

ثانيا - تعيين قيمة الأس الهيدروجيني السالب للجلود المدبوعة : Determination of PH. Value

تعيين قيمة الأس الهيدروجيني السالب للجلود المدبوعة بإحدى
الطريقتين الآتيتين :

الطريقة الأولى :

وفى هذه الطريقة يقاس تركيز أيونات الهيدروجين فى المحلول المائى
الذى يستخرج على البارد من الجلود المراد تعيين قيمة الأس الهيدروجينى
السالب بها ، وهى الطريقة التى يطلق عليها بالانجليزية اسم
(Cold Extraction Method)

وفى هذه الطريقة يستخدم جهاز البوتنشيوميتر فى قياس قيمة الأس
الهيدروجينى السالب ٠٠ وتستخدم هذه الطريقة فقط فى الحالات التى
يمكن فيها أخذ عينة من الجلود المراد فحصها .

الطريقة الثانية :

وفى هذه الطريقة تعيين قيمة الأس الهيدروجينى السالب
(PH. Value) لسطح الجلود المراد فحصها دون حاجة الى أخذ عينة
منها ٠٠ ولهذا يطلق عليها بالانجليزية (Direct or Surface
Measurement) ولعله من المفيد أن نذكر هنا أن هذه الطريقة تستخدم
ايضا فى عمليات قياس قيمة الأس الهيدروجينى السالب للورق والرق
والمنسوجات وغيرها ٠٠ وتتطلب عملية تعيين قيمة الأس الهيدروجينى
السالب بهذه الطريقة توفر الأجهزة والأدوات الآتية :

١ - جهاز قيمة الأس الهيدروجينى السالب (PH. meter)

ومكملاته ويفضل النوع الآتى :

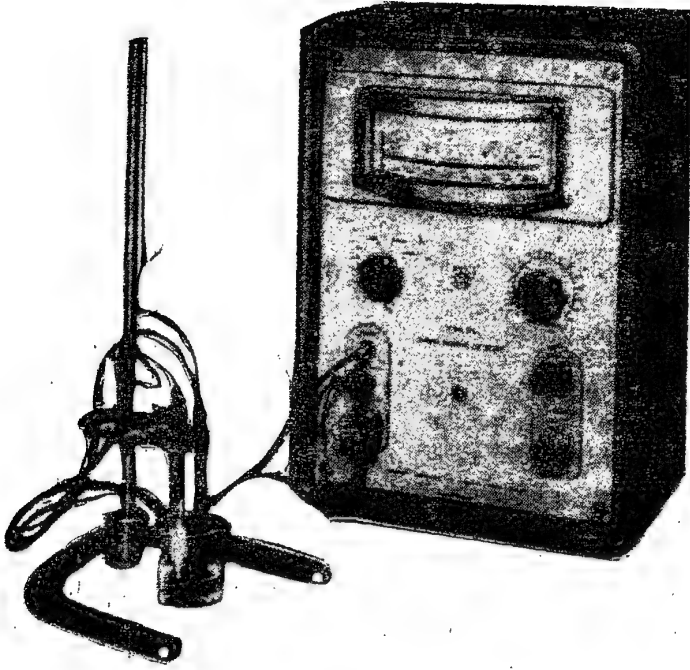
E. I. L. Model 23 A. Direct reading PH meter.

E.I.L. G.F. H 33 Screened flat — headed Electrode.

ويطلب من شركة

Baird and Tatlock, Essex, London, England.

- ٢ - لوح من الزجاج مقاس ٣٥ x ٥٠ سم .
٣ - لوح بلاستيك رغوى متعادل (Neutral foamed plastic) سمك ٢ مم .
٤ - كأسان من الزجاج كل منهما مزود بقطارة ومملوئين بالماء المقطر



- ويجرى العمل على النحو التالي :
- (أ) يغسل لوح البلاستيك الرغوى جيدا بالماء المقطر ثم يعصر برفق شديد ويوضع على لوح الزجاج .
- (ب) توضع عينة الجلد أو الرق على لوح البلاستيك ثم يبلل منها جزء بالماء المقطر وبحيث تكون المساحة المبللة بالماء أكبر قليلا من مساحة

سطحي قطبي جهاز قياس قيمة الأس الهيدروجيني السالب ٠٠ ومن الضروري أن تكون كمية الماء المتطهر المستخدمة في بلل العينة المراد تعيين قيمة أسها الهيدروجيني السالب مرة واحدة إذا احتاج الأمر الى أكثر من عملية قياس .

(ج) يثبت طرفي قطبي جهاز القياس على الجزء المبلل من العينة برفق شديد حتى لا يخدش سطحها ولمدة لا تقل عن دقيقة .

(د) تدون قيمة الأس الهيدروجيني السالب التي يسجلها الجهاز والتي يمكن قراءتها مباشرة من العداد .

وبهذا تتم عملية القياس ٠٠ وهى القيمة التى تشير الى درجة حموضة أو قلوية الجلد أو غيره .

فحص الرق

استخدم الرق منذ أقدم الأزمنة ٠٠ ولو أنه اشتهر بصفته مادة يكتب عليها ، الا أن هذا الاستعمال لم يكن - كما يقول ألفريد لوكاس في كتابه « المواد والصناعات عند قدماء المصريين » أقدم الأغراض التى استخدم فيها الرق بمصر القديمة ، بل كانت أقدم استخداماته هى تغطية دفات الطبل والعلب الصوتية فى الآلات الموسيقية الأخرى كالعود والبندير والطنبور ٠٠ وربما كان أقدم الأمثلة على ذلك من عصر الدولة الوسطى .

ويذكر بلينى (القرن الثانى قبل الميلاد) أن الحكام المصريين قد منعوا تصدير أوراق البردى رغبة منهم فى المحافظة على مكانة مكتبة الاسكندرية الشهيرة ٠٠ ونتيجة لذلك نجد أن أنظار أهل برجاموم Pergamum الواقعة فى آسيا الصغرى قد اتجهت الى نوع من الجلود عرف باسم دفتيرى (Defteri) وكان يستخدم للكتابة عليه فى بلاد فارس وفى بلاد اليونان وتناولوه بالتحسين وأنتجوا منه نوعا أكثر صلاحية لأغراض الكتابة ٠٠ وقد عرف هذا النوع باسم البرشمان (Parchment) نسبة الى برجاموم هذه .

وقد ظلت المنافسة قائمة بين أوراق البردى والبرشمان (الرق) حتى عصر الامبراطورية الرومانية ، فقد استخدم فى كتابة الوثائق الامبراطورية وفضلته السلطات الامبراطورية لمئاته ولامكانية الكتابة على وجهى الصحيفة وتصحيح الأخطاء دون أن يؤدى ذلك الى تلف صحائف الرق ٠٠ ورويدا ورويدا احتل الرق المكانة المرموقة التى كانت للبردى وانتشر استخدامه فى جميع البلدان تقريبا .

ولقد صنع الرق فى فرنسا وفى بلاد اليونان من جلود الأغنام والماعز وجلود العجول الصغيرة الا أن أجود أنواع الرق كان يصنع فى فرنسا من جلود العجول اللباني التى يطلق عليها فى اللغة الفرنسية اسم (Vellia) ولهذا اطلق اسم (Vellum) على أفخر أنواع الرق المستخدم فى أغراض الكتابة .

وكان الرق يلون فى الماضى باللونين الأبيض والبنفسجى وكان يستخدم فى الكتابة عليه الجبر المعروف باسم الجبر الهندى (Indian ink) وكذلك الذهب والفضة .

وفى الوقت الحاضر يصنع الرق بكميات صغيرة فى فرنسا وتشيكوسلوفاكيا وألمانيا وإنجلترا حيث يستخدم فى الوثائق الحكومية الهامة وفى صناعة الآلات الموسيقية وفى تجليد الكتب ذات الأهمية الخاصة .

ويوجد حالياً ثلاثة أنواع من الرق ، يستخدم احداها فى أغراض الكتابة ويعرف باسم (Vellum) أما النوعان الآخران فيستخدمان فى صناعة الآلات الموسيقية وفى تجليد الكتب . . . ويصنع الرق المستخدم فى عمل الآلات الموسيقية وتجليد الكتب من جلود الكباش والماعز والعجول والحمير والخنازير ، أما الرق المستخدم فى أغراض الكتابة فيصنع عادة من جلود العجول والخراف التى لا تزيد أعمارها عن ستة شهور .

طريقة عمل الرق :

تتلخص الطريقة التى تستخدم عادة فى عمل الرق فى الخطوات الآتية :

- ١ - تزال الطبقة السطحية من الجلد بما تحمله من شعر .
- ٢ - تغسل الطبقات الداخلية من الجلد - بعد إزالة الطبقة الخارجية التى تحمل الشعر - جيداً بالماء .
- ٣ - يشد الجلد بعد الانتهاء من عملية الغسيل على اطارات من الخشب ويثبت عليها وهو مبلل بالماء بالدبابيس أو المسامير . . . ويفضل أن تكون الدبابيس من النوع غير القابل للصدأ .
- ٤ - تترك الجلود مثبتة فى اطارات الشد الى أن تفرز ما بها من عصارات ، وعلى أن يعدل وضع الدبابيس من وقت لآخر لازالة التجمعات التى تحدث عادة أثناء عملية التجفيف .
- ٥ - بعد أن يتخلص الجلد مما به من عصارات يغطى سطحى الجلد

بمسحوق الطباشير الناعم ثم يحك عليه برفق شديد بحجر حكاك (Pumice) حتى يتداخل الطباشير في مسام الجلد ويحفظ ما بها من رطوبة .

وعلى ذلك يمكن القول بأن الرق ما هو الا جلد منتوف الشعر غير مدبوغ وأنه من الناحية الكيميائية لا يختلف عن أى نوع آخر من الجلود الا فى طريقة صنعه وتجهيزه كمادة تصلح للكتابة عليها .

وبعد هذه المقدمة الموجزة التى تناولنا فيها نشأة الرق وتطور استخدامه ونوعية الجلود الخام التى تصنع منها الأنواع المختلفة من الرق وطريقة صناعته والمواد التى تستخدم فى عمليات التصنيع تحدد أمامنا أهم طرق فحص الرق ، وهى :

أولا : تعيين تركيز أيونات الهيدروجين فى المحلول المائى المستخرج من صحائف الرق ، أى تعيين قيمة الأس الهيدروجينى السالب (PH, Value) للرق .

وقد سبق ذكر الطرق المختلفة التى تتبع عادة فى عملية تعيين تركيز أيونات الهيدروجين عند تناولنا لطرق فحص الورق والجلود ولا داعى لتكرار الكتابة عنها ويمكن الرجوع اليها .

ثانيا : دراسة الخواص الفيزيو - ميكانيكية للرق كوسيلة للوقوف على التغيرات التى تحدث فى التركيب الكيميائى للرق بالقدم ، سواء كان قدما طبيعيا أو صناعيا . . . ومما لا شك فيه أن الحالة التى يوجد عليها الرق على هيئة صحائف رقيقة قد وفرت امكانية القيام بهذا النوع من الدراسات والفحوص ، الأمر الذى لا ييسر لنا فى حالة الجلود المدبوغة .

ولقد سبق لنا تناول جميع طرق قياس الخواص الفيزيو - ميكانيكية عند الحديث عن طرق فحص الورق ويمكن الرجوع اليها واختيار ما يتناسب منها مع الرق .

ولعله من المفيد فى هذا الصدد أن نوجز للقارئ الدراسة الهامة التى قام بها بيلايا I. K. Belaya لمعرفة التغيرات التى تحدث فى الخواص الفيزيو - ميكانيكية للرق نتيجة لاستخدام مواد نظرية الرق القديم (Softening materials) فى الخطوط الرئيسية الآتية :

١ - نظرية عينات من الرق الحديث والقديم بمواد التطرية الآتية :

(Spermaceti emulsion)

(١. أ) مستحلب الاسبرماسيتى

١٢ر٠٪ الذى يتكون من المواد الآتية :

- ٩٥ مليلترا من الكحول النقى ٩٥٪ .
- ٢ مليلترا من الجلوسرين .
- ٣ مليلترا من الاسبراماميتى الذائب فى البنزين بنسبة ٤٪ .
- (ب) مستحلب البيض : (Egg emulsion or Softner)
- ويتكون من المواد الآتية :
- ٣٠ - ٤٠ جرام من صفار أو بياض البيض .
- ٢٠ - ٣٠ مليلترا من الجلوسرين .
- ٢٠ - ٣٠ من الماء المقطر .
- ٣ مليلترا من النوشادر .
- ١٠ مليلترا من محلول صابون أوليات البوتاسيلم الذائب فى زيت التربنتين المعدنى بنسبة ٢٪ .
- ٦٠ - ٧٠ مليلترا من الكحول النقى ٩٦٪ .
- زعتر (Thymol) بواقع ٢٪ من الحجم الكلى للمزيج .
- (ج) مستحلب اللانولين : (Lanolin emulsion)
- ويحضر بمزج المكونات الآتية :
- ٥٠ جرام من الكحول النقى ٩٦٪ .
- ١٠٠ جرام من الماء المقطر .
- ٥ جرام من اللانولين .
- ١٠ جرام من الجلوسرين .
- ٢ جرام من أحد الصوابين غير الأيونية (Nonionic detergents)
- (د) محلول من اليوريا (Urea) الذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪ .
- ٢ - تخزين الرق الذى أجريت له عمليات التطرية لمدة تتراوح ما بين ١٢ ، ١٨ شهرا تحت ظروف التخزين السائدة فى مكان العمل وذلك قبل وبعد اجراء عمليات الاسراع الصناعى فى القدم .
- ٣ - قياس قيم الخواص الفيزيو - ميكانيكية للرق قبل وبعد عمليات التطرية وقبل وبعد التخزين وكذلك قبل وبعد القيام بعمليات الاسراع

الصناعى فى القدم ، وذلك بفرض الوقوف على التغيرات التى تمت فى الخواص الفيزيو كيميائية للرق نتيجة لهذه العمليات .

وقد قام بيلايا بعدة قياسات باستخدام أجهزة قياس الحركة المعروفة باسم (Shopper dynamometers) وهذه القياسات هى :

— الثقل الذى يحدث عنده كسر الرق (Load at rupture)

— مقدار المط الذى حدث عنده كسر الرق مقدرا بالمليمترات (Elongation at rupture)

— المط النسبى (The relative elongation)

— تحمل الرق للشد مقدرا بالكيلو جرام/مم² (The limit of Strength KG mm²)

— مقدار المط الناتج باستخدام ثقل قدره كيلو جرام/مم² (The elongation at load 1 kg/mm²)

— الصلابة ومعامل المرونة عند الشد (The hardness and module of elasticity at Stretching)

٤ - تعيين كمية الرطوبة المختزنة فى الرق الذى أجريت له عمليات التطرية وتقدير مدى اختلافها باختلاف المواد المستخدمة فى التطرية .

٥ - تعيين قابلية الرق الذى أجريت له عمليات التطرية لامتناس الرطوبة (Hygroscopicity) مقدرا بزيادة وزن الرق (Weight gain) سواء مع الوقت وعند درجة معينة من الرطوبة النسبية (٨٠٪) بالنسبة للرق الحديد أو باختلاف الرطوبة النسبية فى جو المخازن أو صالات العرض خلال فترة معينة (٦ شهور) بالنسبة للرق القديم .

وأخيرا ولعله من المفيد أن ننهى الإيجاز الذى أوردناه لاتجاهات الدراسة الهامة التى قام بها (I. K. BELAYA) بأن نضع بين يدي القارئ النتائج التى انتهى إليها ، وبالطريقة التى صاغ بها هذه النتائج، وهى على شكل جداول ومنحنيات . . ومقصودنا من ذلك هو أن نضع أمام القارئ أنموذجا لنوعية الدراسات العلمية التى يجب أن نتأسى بها حتى نتمكن من مساهمة النهضة العلمية الواسعة التى تحققت فى مجال حفظ التراث الثقافى .

عينات رق حديث معالجة بمواد تطرية هي	الابتعاثات	متوسط السكك بالمليمتر	متوسط الامتاع مقاسا بالمليمتر	مساحة القطع بالمليمتر الربع	أطول التي يثبت التلويح بها
العينة القياسية دون معالجة (Control)	الرأسي	٠.٢١٥	٠.٩٠	٢.٣١	٢.٣١
	الأفقي	٠.٢٣٣	٠.١٢٠	٢.٤٧	٢.٤٧
	المتوسط	٠.٢٢٩	٠.١١٠	٢.٣٩	٢.٣٩
الماء	الرأسي	٠.١٩٩	٠.٦٠	٢.١١	٢.١١
	الأفقي	٠.٢٥١	٠.٧٠	٢.٣٠	٢.٣٠
	المتوسط	٠.٢٢٥	٠.٦٥	٢.٢٠	٢.٢٠
كحول نقي ٩٦%	الرأسي	٠.٢٠١	٠.٥٠	٢.١٢	٢.١٢
	الأفقي	٠.٢٠٦	٠.٣٠	٢.١٣	٢.١٣
	المتوسط	٠.٢٠٢	٠.٤٠	٢.١٢	٢.١٢
جلسرين	الرأسي	٠.٤٧٥		٤.٧٠	٤.٧٠
	الأفقي	٠.٦٥٢	٩.٤٠	٦.١٥	٦.١٥
	المتوسط	٠.٥٦٣	٩.٦٥	٥.٤٢	٥.٤٢
مخلوط من خلاات الصوديوم ١%	الرأسي	٠.١٩٤	١.٤٠	٢.٠٠	٢.٠٠
	الأفقي	٠.٢٣٤	١.٢٠	٢.٤٩	٢.٤٩
	المتوسط	٠.٢١٤	١.٣٠	٢.٢٤	٢.٢٤
يوريا ذائبة في الكحول بنسبة ٢٠%	الرأسي	٠.٢٢٣	١.٥٠	٢.٣٥	٢.٣٥
	الأفقي	٠.٢٢٣	١.٥٠	٢.٤٨	٢.٤٨
	المتوسط	٠.٢٢٣	١.٥٠	٢.٤١	٢.٤١
يوريا ذائبة في الكحول بنسبة ١٠% +	الرأسي	٠.٢١٨	١.٢٠	٢.٢٣	٢.٢٣
	الأفقي	٠.٢٣٣	١.٧٠	٢.٤٨	٢.٤٨
	المتوسط	٠.٢٢٥	١.٤٥	٢.٣٥	٢.٣٥
مستحلب الاسبرداستي ٢% Spermaceli emulsion	الرأسي	٠.٢٩٢	١.٤٠	٢.٤٢	٢.٤٢
	الأفقي	٠.٢٢٠	١.٥٠	٢.٢٠	٢.٢٠
	المتوسط	٠.٢٥٦	١.٢٠	٢.٣١	٢.٣١

[illegible]

(After BELAYA)

عينات من رق الكتابة معالجة بمواد التطرية هي :	الاتجاهات	متوسط السمك بالمليمتر	متوسط الاتساع بالمليمتر	متوسط مسطح القطع الراسي بالمليمتر	الحمل الذي يحدث الشد معبرا عن بالكيلو جرام
العينة القياسية دون معالجة (Control)	الرأسي	٠.١٨٣	١.٠٣٣	١.٨٨	١.٨٨
	الأفقي	٠.١٩١	١.٠٥٣	٢.٠٠	٢.٠٠
	المتوسط	٠.١٨٧	١.٠٤٣	١.٩٤	١.٩٤
مستحلب الاسبرماسيتي ٢%	الرأسي	٠.١٨٧	١.٠١٨	١.٩٠	١.٩٠
	الأفقي	٠.١٨٦	١.٠٨٤	١.٨٦	١.٨٦
	المتوسط	٠.١٨٦	١.٠٥١	١.٨٨	١.٨٨
يوريا ذائبة في الكحول بنسبة ١٠%	الرأسي	١.١٩١	١.٠٦٠	٢.٠١	٢.٠١
	الأفقي	٠.١٨٢	١.٠٦٦	١.٩٤	١.٩٤
	المتوسط	٠.١٨٦	١.٠٦٣	١.٩٧	١.٩٧
يوريا ذائبة في الكحول بنسبة ١٠% + مستحلب الاسبرماسيتي ٢%	الرأسي	٠.١٧٩	١.٠٥٠	١.٨٨	١.٨٨
	الأفقي	٠.١٦٩	١.٠٦٤	١.٨٣	١.٨٣
	المتوسط	٠.١٧٤	١.٠٥٧	١.٨٥	١.٨٥

جدول يوضح الخواص الفيزيوميكانيكية لعينات من رق الكتابة
مخزن بعد المعالجة لمدة ١٢ شهرا .

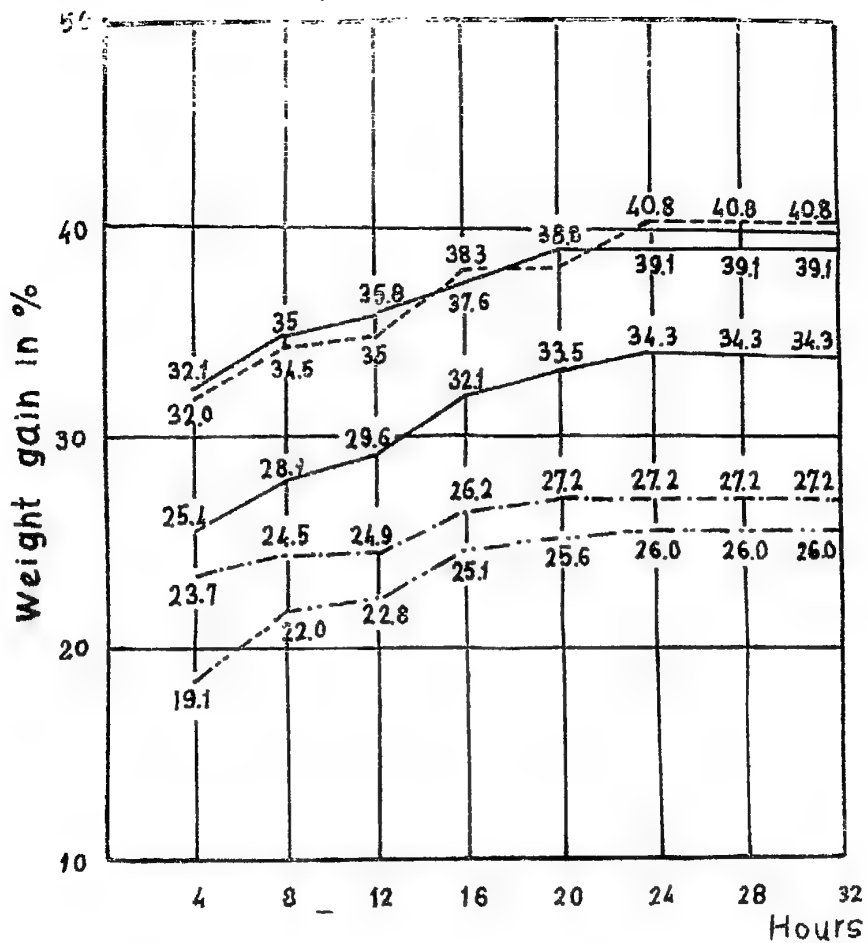
المط مناسا بالملليمتر عند شد بواقع كيلو جرام	العمل الذي يؤدي الى كسر الرق بالكيلوجرامات	المط بالملليمتر عند الشد بالكيلوجرام	تعمل الرق للشد متبرا عنه بالكيلو جرام	معامل المرونة معبرا عنه بالكيلو جرام	الصلابة معبرا عنها بالكيلو جرامات	جرام مط بالملليمتر
١٠٠٠	١١٢٥	٦٣٣	٥٩٦	٥٠٠٠	٩٤٠	٢٠٠
١٠٠٠	١٦٦٠	٥٧٧	٨٢٤	٥٠٠٠	١٠٠٠	٢٠٠
١٠٠٠	١٣٩٢	٦٠٥	٧١٧	٥٠٠٠	٩٧٠	٢٠٠
١٥٠	٩٣٠	٧٩١	٤٨٦	٥٠٠٠	٩٤٣	٢٠٠
١٠٠	١٦١٦	٦٤١	٨٤٥	٣٣٠٠	٦٣٣	٣٠٠
١٢٥	١٢٧٤	٧١٦	٦٧٠	٤١٥٠	٧٨٠	٢٥٠
١٠٢	٨٦٦	٧٦٦	٤٥٦	٤٨٥٠	٩٨٩	٢٠٠
١٠٠	١٥٠٥	٧٠٥	٧٧٢	٥٠٠٠	٨٩٦	٢٠٠
١٠١	١١٨٥	٧٣٥	٦٠١	٤٩٢٥	٩٧٢	٢٠٠
١٣٣	١٦١٥	١١٠٠	٧٧٤	٥٠٠٠	٧٨١	٢٠٠
١٠٠	١٥٠٤	٧٨١	٨٦٦	٣٣٠٠	٦٦٦	٢٦٦
١١٦	١٥٥٩	٩٤٠	٨٢٠	٤١٥٠	٧٦٧	٢٣٢

(Writing Parchment) بعد معالجته بمواد التطرية

(After BELAYA)

رق قديم من التوسع المستقيم في الجلد هنتوع من جلد السمور		رق قديم من النوع المستقيم في (Vellum)		رق حديث	
الرقمية النسبية في الجـمـر					
%٥٧	%٦٧	%٨٢	%٥٧	%٦٧	%٨٢
١١٥٠٢	١٥٨٨٩	١٩٢٣٣	١١٥٢٢	١٦٤٢٨	١٩٦١٥
—	١٤٤٤٦	—	—	١٣٢٢٨	—
٨٥٩٢	١٢٤٤٦	١٣٢٧٥	٨٥٥٥	١٣٢٧٠	١٩٦١٦
٨٥٥٥	١٥٥٧٠	١٥٥٥١	٧٢٦٠	١٣٢٧١	١٨٥٥٧
٨٥٤٧	١٥٥٦٤	١٥٥٨٥	٧٥٠٧	١٥٥٩٠	١٧٢٦٦
الخصائص المستخدمة في عمليات التصنيع					
رق غير معالج (Control)					
كحول ٦٧ مخفف بـ ٥٠ ٪ بنسبة ٥٠ ٪					
بورديا دائية في كحول (٥٠ ٪) بنسبة ١٠ ٪					
بورديا دائية في الكحول (٥٠ ٪) بنسبة ١٠ ٪ + مستحلب الاسبرمستتي ٣ ٪ .					
مستحلب الاسبرمستتي ٢ ٪ مجهز باستخدام الكحول والبيزول (البيزول المطري)					

حدود يوضع قابلية الرق المعالج بمحاليل مواد الطرية لامتصاص الرطوبة معبرا عنها بالنسبة المئوية .
(After BELAYA)



منحنى يوضح قابلية رق قديم من النوع المستخدم في التجليد لامتصاص الرطوبة عند وجوده تحت تأثير رطوبة نسبية ١٠٠٪ وذلك بعد تطبيقه باستخدام معاليل النظرية ..

مستحلب الاسبرماسيتي ٢٪

يوريا ذائبة في الكحول بنسبة ١٠٪

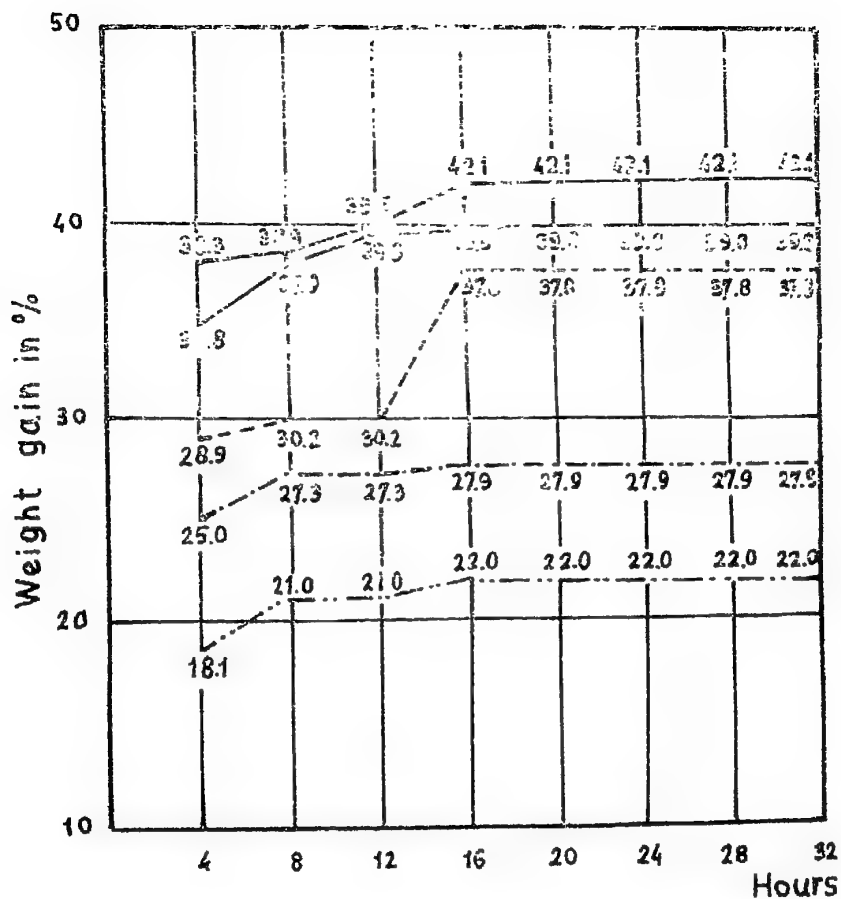
يوريا ذائبة في الكحول بنسبة ١٠٪

+ مستحلب الاسبرماسيتي ٢٪

رق غير معالج

كحول نقي مخفف بالماء بنسبة ٥٠٪

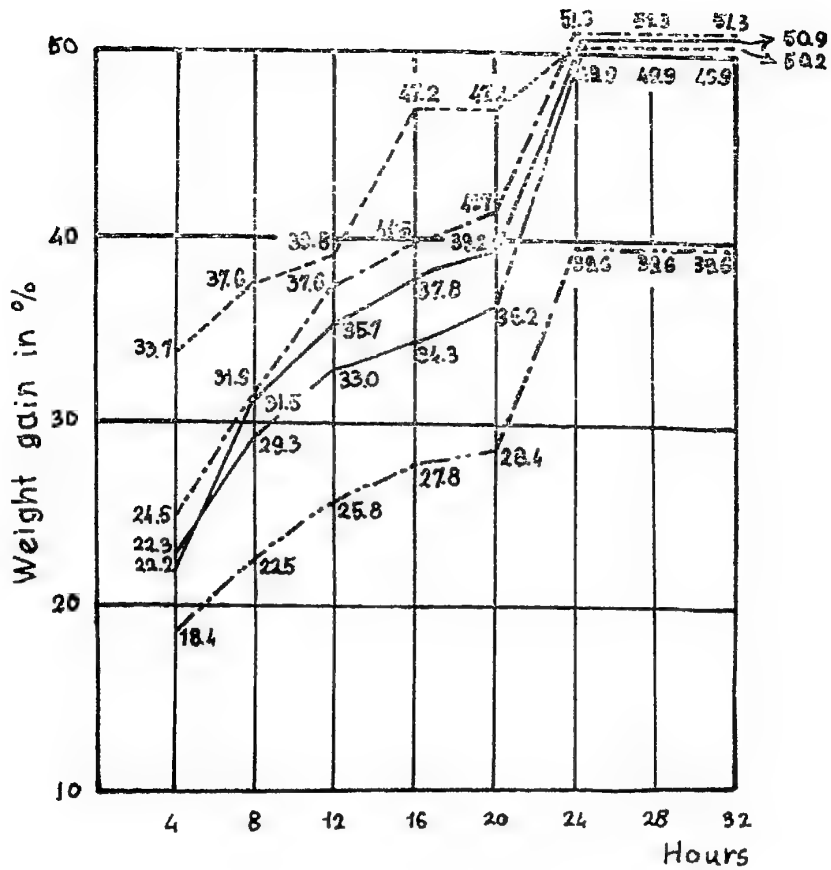
(After BELAYA)



منحنى يوضح قابلية ورق قديم من النوع المستخدم في الكتابة لامتصاص الرطوبة عند وجوده تحت تأثير رطوبة نسبية ١٠٠٪ وذلك بعد تطبيقه باستخدام محاليل التطرية ..

- . . — . . — مستحلب الاسبرماسيتي ٢٪
 ————— يوريا ذائبة في الكحول بنسبة ١٠٪
 ————— يوريا ذائبة في الكحول بنسبة ١٠٪
 — . . — . . — + مستحلب الاسبرماسيتي ٢٪
 ————— ورق غير معالج
 - - - - - كحول نقي مخفف بالماء بنسبة ٥٠٪

(After BELAYA)



منحنى يوضح قابلية رق حديث لامتصاص الرطوبة عند وجوده تحت تأثير رطوبة
نسبية ١٠٠٪ وذلك بعد تطريته باستخدام محاليل التطرية .

— • — • —

—————

—————

— • — • —

مستحلب الاسبرماسيتي ٢٪

يوريا ذاتية في الكحول بنسبة ١٠٪

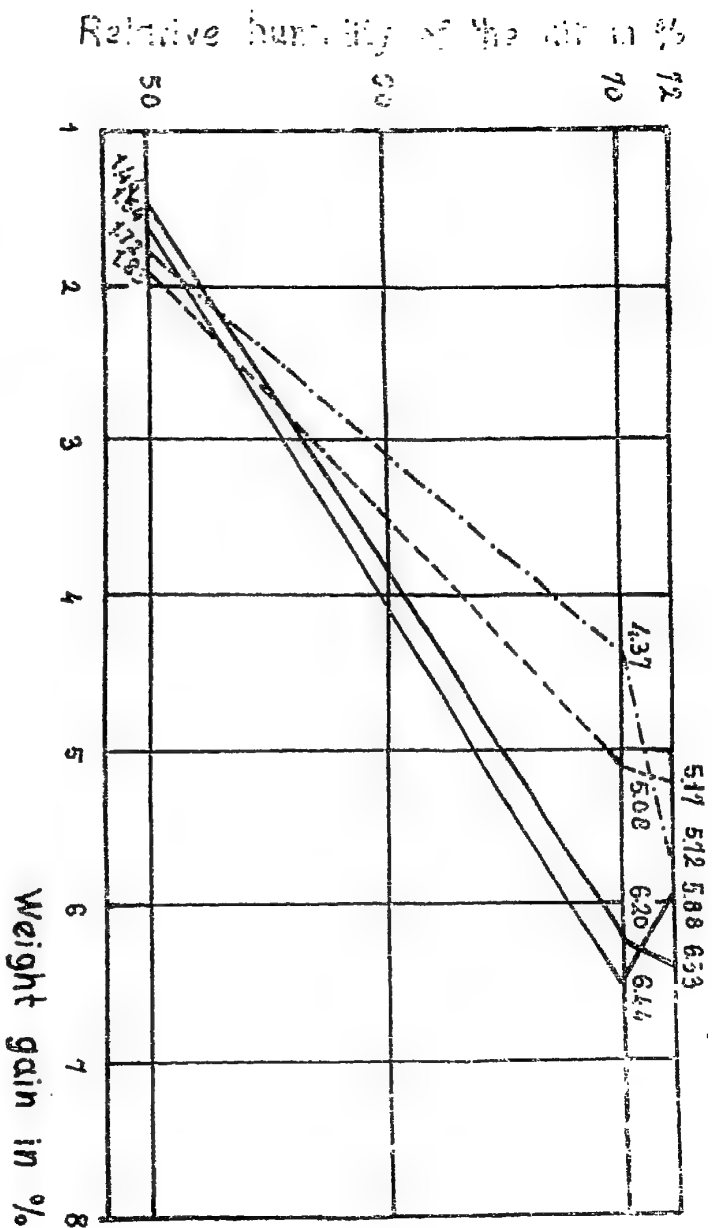
يوريا ذاتية في الكحول بنسبة ١٠٪

+ مستحلب الاسبرماسيتي ٢٪

رق غير معالج

كحول نقي مخفف بالماء بنسبة ٥٠٪

(After BELAYA)



منحنى يوضح قابلية رطوبة قديم من النوع المستخدم في التجليد لامتصاص الرطوبة أثناء تعرضه في درجات رطوبة نسبية مختلفة أثناء ٦ شهور ، ثم أثناء تعرضه بعد التجفيف في درجات الرطوبة النسبية المختلفة لمدة أسبوعين .

يوريا دائية في الكحول بنسبة ٨٠٪

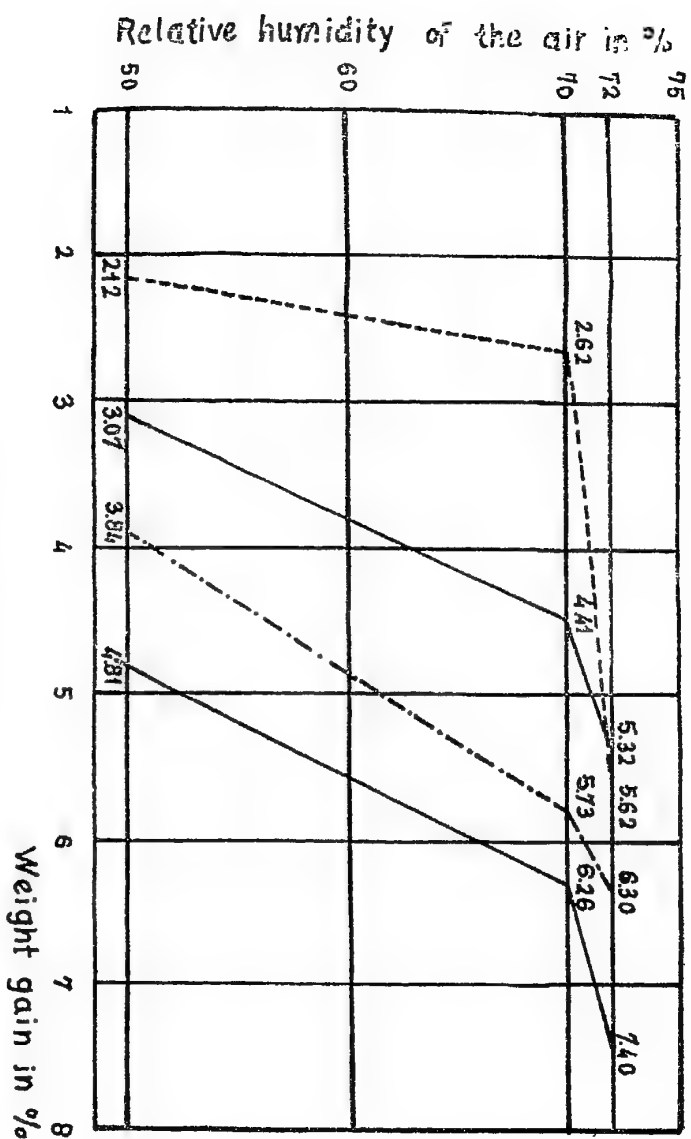
يوريا دائية في الكحول بنسبة ٨٠٪

+ مستحلب الاسبرماسي ٢٪

كحول نقي مخفف بالماء بنسبة ٥٠٪

رق غير مسالج

(After BELAYA)



منحنى يوضح لزيادة ذق قديم من النوع المستخدم في الكتابة لاستخدام الطريقة
 ١، تخزينه بعد معالجته ب مواد التعرية في درجات رطوبة نسبية مختلفة لمدة ستة أشهر .

يوريا قارية في الكحول بنسبة ٢١٠
 يوريا قارية في الكحول بنسبة ٢١٠
 + مستحلب الاسبرماستى ٢٢
 ذق غير معالج
 كحول نقي مختلف بقاء بنسبة ٥٠٪

(After Belaya)

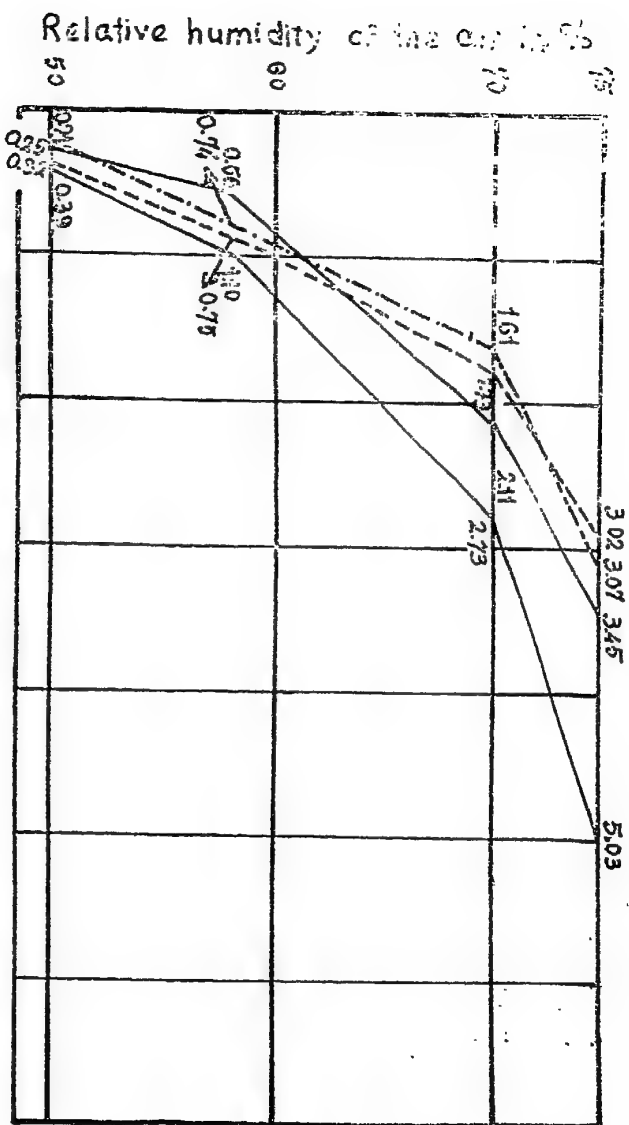


Fig. 3 The hygroscopicity of raw parchment at various natural conditions 6 months after processing

80% Urea
 10% urea + 2% spermaceti
 Non-processed
 50% alcohol
 ممتعي بوضوح لاذنية رقي حديث لامتصاص الرطوبة أثناء تجفيفه بعد معالجة ببولاد أنثرية في درجات رطوبة نسبية مختلفة لمدة ستة شهور
 + مستحلب الأيسر ماستي ٢٪
 رقي غير معالج
 بوريا لاذنية في الكحول بنسبة ١٠٪
 بوريا لاذنية في الكحول بنسبة ٥٠٪
 كحول نقي مختلف بقاء بنسبة ٥٠٪

(After BELAYA)

وبدراسة الجداول والمنحنيات السابق بيانها سوف تتضح لنا النتائج الهامة التى استخلصها بيلايا من بحثه القيم وعى :

١ - اليوريا Urea الذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪ هى أفضل المواد التى يمكن استخدامها لتطرية الرق القديم المجعد .

ولزيادة قوة ومرونة الرق الذى استخدمت فى تطريته اليوريا يجب معالجته بمستحلب الاسبرماسيتى بدرجة تركيز تتراوح ما بين ١ ، ٢ ٪ .

٢ - الرق غير المتصلب وغير المجعد لا يعالج بمحلول اليوريا اذ يكفى لتطريته بعد تنظيفه جيدا من المواد العالقة به ومن القاذورات استخدام مستحلب الاسبرماسيتى بدرجة تركيز تتراوح ما بين ١ ، ٢ ٪ حسب سمك صحائف الرق .

٣ - نظرية الرق باليوريا الذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪ لا يؤدى الى حدوث زيادة مفاجئة فى قابلية الرق لامتصاص الرطوبة .

٤ - الزيادة الطفيفة فى قابلية الرق المطرى بمحلول اليوريا لامتصاص الرطوبة - والتى تراوحت نسبتها ما بين ٥٠ ، ١٥٠٪ - تحت تأثير الظروف العادية لا تؤدى الى تلف الرق ، بل نجد أنها تساعد على المحافظة على ميوته .

الباب الثالث

عوامل التلف البيولوجي

أهم الحشرات التى تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق
وطرق مقاومتها وإبادتها

أولا - أهم الحشرات :

Order : Thysanura	رتبة الحشرات ذات الذنب الشعرى
Thysanos = Tassel	شراية
Oura = Tail	ذنب

مميزات الرتبة :

- ١ - أجزاء الفم قارضة وتوجد داخل الرأس أو تمتد خارجه .
- ٢ - قرون الاستشعار من النوع الخيطى ويتكون من عدة قطع .
- ٣ - البطن مكون من ١١ حلقة عليها عدد مختلف من الزوائد الجانبية .
- ٤ - التطور معدوم .
- ٥ - القرون الشرجية طويلة ومقسمة ومكونة من قطع عديدة . . .
وقد تكون غير مقسمة . . . وفى هذه الحالة تكون قصيرة كالملقط وإن كان هذا نادرا .
- ٦ - يوجد بين القرنين الشرجيين زائدة وسطى تماثلهما فى الشكل .

ومن أهم عائلات هذه الرتبة العائلة الآتية :

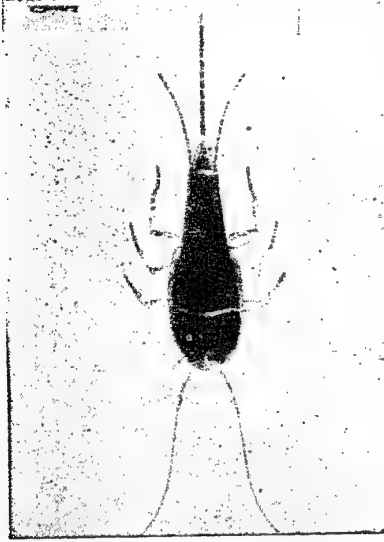
Family : Lepismidae

Thermobia aegyptiaca Luc.

(Silver fish)

الاسم الدارج : السمك الفضى .

وصف الحشرة :



حشرة صغيرة الحجم طولها
حوالى ١٢ مم ٠٠ الجسم مبطن
ومغطى بحراشيف فضية اللون
ناعمة الملمس تنفصل بسهولة عند
اثنيس ٠٠ ليس لها أجنحة ٠٠
قرون الاستشعار مكونة من قطع
عديدة والبطن مكون من احدى
عشر حلقة عليها عدد مختلف من
الزوائد البطنية (Styles) تمتد
من الحلقات ٧ ، ٨ ، ٩ ٠٠ لها
زوج من القرون الشرجية الطويلة
٠٠ يوجد بين القرنين زائدة وسطى
يطلق عليها اسم الذنب الوسطى ،
وهي امتداد للحلقة الحادية عشر
البطنية .

حشرة السمك الفضى

أماكن وجود الحشرة :

الحشرة ليلية النشاط تكثر فى المناطق الحارة وتفضل الأماكن
الرطبة ٠٠ تعيش داخل المباني وتوجد بين الكتب القديمة المتروكة وقتاً
طويلاً دون استعمال ٠٠ توجد خلف الصور المعلقة على الحوائط وبين
الملابس المنشأة ٠٠ وبصفة عامة فإنها تنتشر فى الأماكن التى لا تمتد
ليها أعمال النظافة وتقل فيها الحركة .

مظهر الإصابة والضرر :

تغذى على المواد النشوية والغراء ٠٠ تتلف الأوراق التى يدخل
فى تركيبها النشا ، كما تتلف أغلفة الكتب المصمغة بالمواد النشوية أو
الغروية ٠٠ ونجد أنها تاكل منها مساحات غير منتظمة ٠٠ ولهذا تتركز

الاصابة فى اكعب الكتب لاحتوائها على كمية كبيرة من هذه المواد • تسبب
اضرارا كبيرة لورق الحوائط المثبت حديثا ، كما تتلف الستائر الحلقية
والسجاجيد المفروشة التى لا تمتد اليها أعمال النظافة •

رتبة الحشرات المستقيمة الأجنحة
Order : Orthoptera
Orthos = Straight مستقيم
Ptera = Wings أجنحة
Family : Blattidae

الاسم الدارج : عائلة الصراصير (Cockroaches)

مميزات العائلة :

حشرات مفرطحة عريضة •• أجزاء الفم قارضة •• لها زوجان من
الأجنحة ، الزوج الأمامى سميك جلدى تعريقه واضح •• يتراكب أحد
الجناحين على الآخر خصوصا عند الطرف •• الزوج الخلفى مطوى تحت
الأمامى •• التطور تدريجى •• الرأس منحنية الى أسفل وتختفى تحت
الحلقة الصدرية الاولى الكبيرة التى تظهر واضحة من أعلى •• قرن
الاستشعار خيطى طويل •• الأرجل معدة للجري •

وتتبع هذه العائلة ثلاثة أنواع من الصراصير وهى :

- ١ - الصرصور الأمريكى • *Periplaneta americana* L.
- ٢ - الصرصور الشرقى • *Blatta orientalis* L.
- ٣ - الصرصور الألماني •

التمييز بين أنواع الصراصير

الصرصور الألماني	الصرصور الشرقى	الصرصور الأمريكى
١ - الطول حوالى ١.٣ سم ويوجد على الحلقة الصدرية الأولى شريطان طوليان أبيض أسود لون العشرة بنى فاتح أو مائل للأصفر •	أصفر حجما من الصرصور الامريكى وانعقد منه لونا • يكمن أن يكون أسود اللون •• لون الذكر بنى غامق والأنثى سوداء اللون تقريبا •	الطول حوالى ٣.٢ سم اللون بنى غامق أو بنى فاتح •
٢ - الأجنحة تغطى البطن فى الذكر والأنثى	الأجنحة فى الذكر أقصر من طول الجسم واما الأنثى فاجنحتها الأمامية مختزلة جنا وخلفية غير موجودة بالمره •	الأجنحة تغطى البطن فى الذكر والأنثى •
٣ - الأجنحة الخافتة موجودة تحت الجناح الأمامى •	_____	الأجنحة الخلفية موجودة وتغطى تحت الجناح الأمامى •

أماكن وجود الحشرة :

توجد الصراصير فى معظم جهات العالم ، ولكنها تنتشر بكثرة فى البلدان الحارة الرطبة مثل مصر ٠٠ وتوجد طوال السنة وخاصة فى فصل الصيف ولا يخلو منها منزل أو مبنى ٠

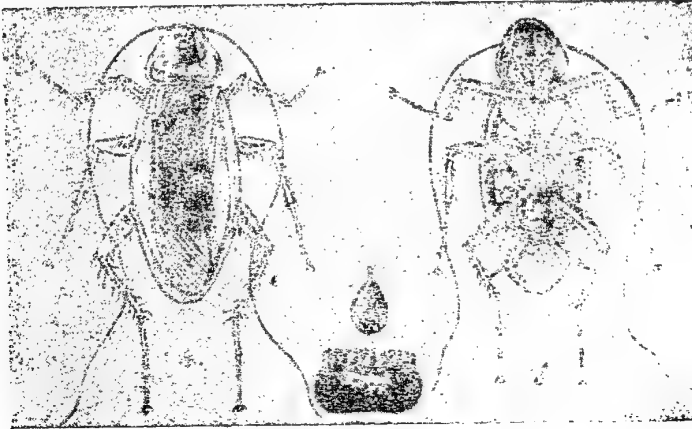
ومن الصفات التى تساعد الصراصير على الحياة أنها مفرطحة الجسم فيسهل عليها دخول الشقوق والفراغات وتختفى منها ٠٠ وعموما فإنها تختفى خلف الأثاث وأنايب المياه وغير ذلك ٠

والصراصير حشرة ليلية النشاط تختفى نهارا وتنبسط ليلا ٠

الضرر الذى تسببه الصراصير :

تتغذى الصراصير على مواد الطعام وعلى الكتب والجلود والملابس ، ولكنها تفضل المواد السكرية ، ولذلك نجد انها تناجم بكثرة الكتب والمخطوطات القديمة ٠٠ والواقع أن الضرر الذى ينتج عنها ليس فى قيمة ما تأكله فقط ولكنه أيضا فى الرائحة الكريهة التى تسببها وفيما تخلفه من براز وقاذورات مما يتسبب فى تشويه مظهر ما تتجول عليه من أشياء ٠

وعموما فإن الصراصير تكثر فى الأماكن المهيمة التى لا تمتد إليها أعمال النظافة ٠



« الصرصور الأمريكى »



« المصصور الشرقى »

« المصصور الأثاني »

رتبة الحشرات المتساوية الأجنحة

Order ISOPTERA

ISO

تساو

Ptera = Wings

أجنحة

الاسم الدارج : التيرميتس أو النمل الأبيض ..

Termites or White ants

Family : Hodotermitidae

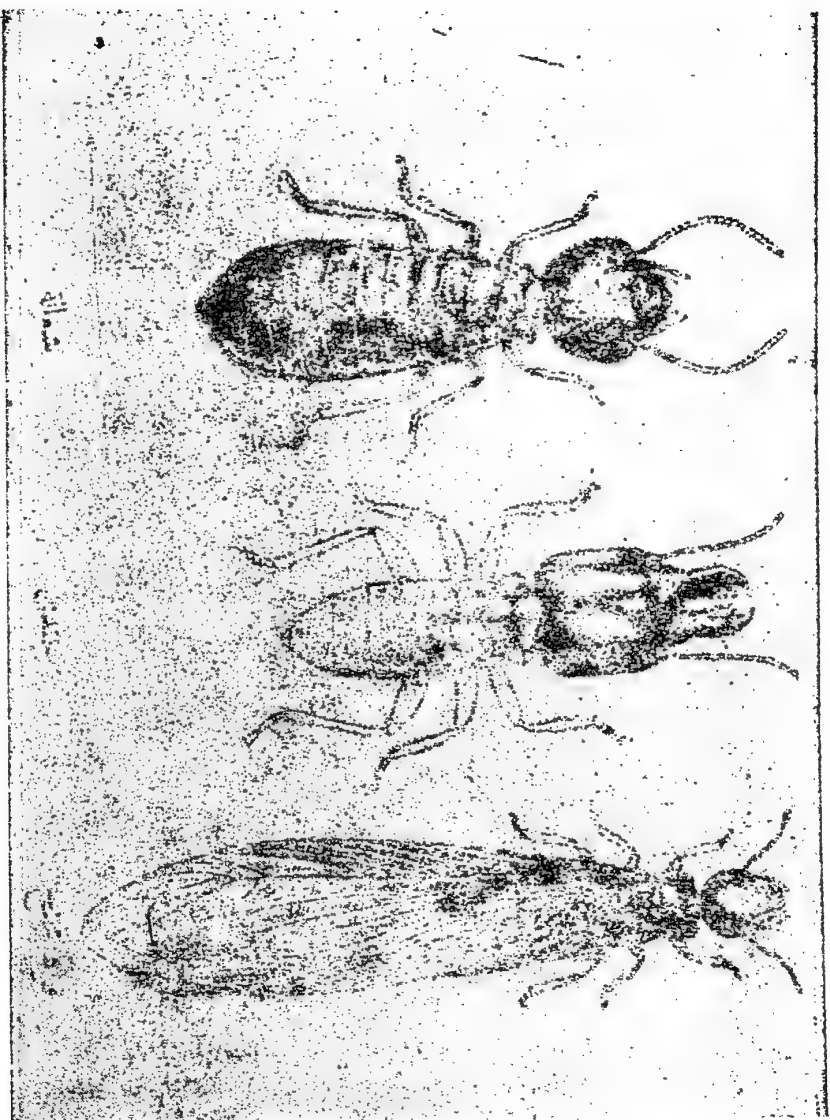
Anacanthotermes ochraceus (Burm) ...

حشرات صغيرة الحجم رخوة الجسم .. أجزاء الفم قارضة .. يوجد في بعض أفراد النوع الواحد زوجان من الأجنحة المتساوية في الحجم والشكل وهي تفوق البطن كثيرا في الطول .. أكثر الأفراد عديدة الأجنحة .. البطن يتكون من عشر حلقات .. التطور تدريجي تعيش هذه الحشرات معيشة اشتراكية في مستعمرات تحت الأرض أو داخل الأخشاب بعيدا عن الضوء ، وإذا اضطرت للظهور فوق الأرض فإنها تحتجب داخل انفاق تبنيها من الطين لونها باهت مائل الى الأصفر .

يتميز في هذه الحشرات نظام الطبقات .. ويتكون أفراد كل مستعمرة من :

(١) الأفراد المخصصة :

أفراد ناضجة جنسيا .. الأجنحة فيها طويلة كاملة التكوين .. الذكر (الملك) أصغر حجما من الأنثى (الملكة) .. بعد تلقيح الملكة يطرا على جسمها عدة تغيرات هامة اذ تتقصف أجنحتها وتكبر بطنها وتنتفخ وتصبح مملوءة بالمبايض المحتوية على البيض وتضمحل عضلات الأجنحة



• افراد النمل الأبيض •

والفكوك ويتغير تركيب الجهاز الهضمي .. ومن مظاهر تغير الجهاز الهضمي اختفاء الحيوانات الأولية من أمعائها الخلفية ، وهي الحيوانات التي تفرز أنزيم السيلوليز وهو العامل الأساسي في هضم السيلولوز ، ولذلك نجد أن الملكة تتغذى بعد التلقيح على لعاب الشغالات أو على الفطر المختلط باللعاب بعد أن كانت تتغذى على الخشب ..

ولا يوجد في كل مستعمرة سوى ملكة واحدة ولكن قد يوجد بها أكثر من ملكة .

(ب) الأفراد العقيمة :

١ - الشغالات :

وهي حشرات عقيمة ذكورا وإناثا .. لونها باهت .. تقوم بجمع الغذاء وإطعام الملكة والملوك والعساكر والصغار وتبنى العشوش .. أي أنها تقوم بمعظم الأعمال في المستعمرة ، تتغذى على المواد النباتية والأخشاب ومنتجاتها .

٢ - الجنود :

ذكور عقيمة .. أكبر حجما من الشغالات .. تتضخم فيها الرؤوس والفكوك العليا .. تهاجم الأفراد الغريبة عن المستعمرة وتسد برؤوسها الثقوب في الممرات والطرق وتفرز من ثقب في رأسها مادة لزجة على الأفراد الغريبة فتشل حركتها حتى تموت .. تساعد في نظافة المستعمرة ، كما أنها تنظم المرور فيها .

الفرق بين النمل الأبيض والنمل العادى :

الصفة	النمل الأبيض	النمل العادى
١ - اللون	باهت .. لون الخشب	قاتم
٢ - الجسم	رخو	صلب
٣ - الأجنة	الأمامية والخلفية متساوية في الشكل والحجم .	الأجنة الخلفية أصغر من الأمامية وأقل تعريقا
٤ - البطن	حلقاتها معازية لحلقات الصدر .	به اختناق عند القاعدة ويتصل بالصدر بخصر ضيق .
٥ - التطور	تدرجى .	تمام .

أماكن وجود الحشرة :

يوجد النمل الأبيض حيث توجد الأخشاب وغيرها من المواد
المسيلولة .

الفسر :

يتغذى النمل الأبيض على الأخشاب والمواد السيلولوزية . . يحدث
أضراراً كبيرة للأثاث والأبواب والنوافذ والكتب والمخطوطات والوثائق .
مظهر الإصابة :

١ - وجود سراديب من الطين والرمل على شكل أنابيب تصنعها الحشرات
أثناء تجوالها للبحث عن الغذاء . . وتلاحظ هذه السراديب على
أسطح الجدران وأخشاب النوافذ .

٢ - وجود تآكل خطير في الكتب والمخطوطات والوثائق والأخشاب .

٣ - مشاهدة الأجنحة التي تسقط من الأفراد المجنحة في مواسم الهجرة
والجماع .

رتبة الحشرات الحرشفية الأجنحة

Order : Lepidoptera

Lepido = scales

حراشيف

Ptera = Wings

أجنحة

الاسم الدارج لحشرات هذه الرتبة : الفراشات والسوس .

Butterflies and Moths

حشرات هذه الرتبة لها زوجان من الأجنحة التي تغطيها حراشيف
متراكبة ذات أشكال وألوان مختلفة . . يتصل الجناحان الخلفي والأمامي
في كثير من الحشرات اتصالاً محكمًا أثناء الطيران . . أجزاء الفم ماصة .

اليرقات في هذه الرتبة تسمى باسم (Cater Pillars) وهي غالباً
من النوع الاسطواناني ويتكون جسمها من الرأس والصدر (ثلاث حلقات)
والبطن (عشر حلقات) يحمل الصدر أرجلاً كما تحمل البطن خمسة
أزواج من الأرجل الكاذبة على الحلقات ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ١٠ . . العذارى
من النوع المكبل .

هذه الرتبة تشمل أنواع أبي دقيق والفراشات . . الأولى تطير نهاراً
أما الثانية فتطير ليلاً . . تتغذى الحشرات الكاملة على رحيق الأزهار

وعصارة الفواكه التالفة .. أما اليرقات وهى الطور الضار فتتغذى على
مختلف أنواع النباتات والمواد المخزونة والمواد البروتينية .

Family : Tineidae

Tinea Pellionella L.

الاسم الدارج : دودة الملابس ذات الكيس ..

The case making cloth's moth

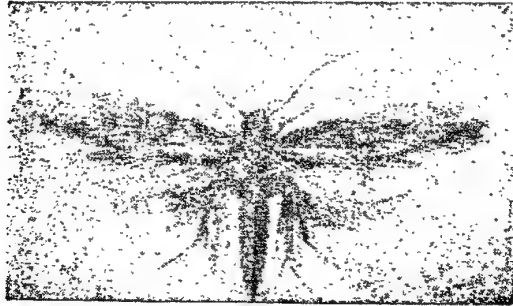
وهى حشرة واسعة الانتشار فى العالم .

الحشرة الكاملة :

صغيرة الحجم رهيفة .. المسافة بين الجناحين حوالى ١٥ مم ..
الجناح الأمامى بنى فاتح عليه بقع صغيرة سوداء والجناح الخلفى أفتح
لونا من الأمامى وعليه أهداب طويلة .. تفضل الفراشات الظلام الى
حد ما .. ومن مميزات هذه الحشرات أنها تطير لتختبئ فى ثنايا الأقمشة
أو الكتب والمخطوطات المصابة اذا حدث أى اضطراب أو اهتزاز لها .

اليرقة :

الطول عند تمام النمو حوالى ١٢ مم .. اللون أبيض سمى .. تعيش
داخل كيس من الحرير متين النسيج .. وكلما زاد حجمها كلما زاد اتساع
هذا الكيس .. وعند السير تبرز اليرقة الجزء الأمامى من جسمها فقط
وتجر الكيس معها ، وعند الشعور بالخطر تختبئ بسرعة داخله .



• دودة الملابس ذات الكيس •

الفسرد :

تتغذى اليرقات على الفراء والسجاد والأنسجة الصوفية والجلود وتحدث فيها تقوبا لأن لها القدرة على هضم الكيراتين والبروتين المكون للصوف والجلد والشعر والفراء والريش ، ولكنها لا تتغذى على المواد الصناعية كالنيلون والداكرون والأورلون وغير ذلك .

رتبة الحشرات الغمدية الأجنحة

Order : Coleoptera

Coleo = Sheath

غمد

Ptera = Wings

أجنحة

تعتبر هذه الرتبة أكبر الرتب من حيث عدد الحشرات التي تشتمل عليها .

مميزات الرتبة :

١ - أجزام الفم في الحشرة الكاملة قارضة .

٢ - الحشرات ذات الأجنحة لها زوجان ، الزوج الأمامي منها متحول الى غمد يحمي ما تحته ويطلق عليه اسم جناح غمدى ، وبالانجليزية اسم (Elytra) ويتقابل الجناحان أو الغمدان الأماميان في خط وسطي مستقيم فوق ظهر الحشرة وذلك في حالة عدم الطيران ، أما الزوج الثاني من الأجنحة فهو شفاف نوعا ، كبير الحجم ينطوى تحت الزوج الأمامي الغمدى عند عدم الاستعمال ، وأحيانا يكون الزوج الثاني من الأجنحة غير موجود ، وفي هذه الحالة يصبح الغمدان ملتصقان بجسم الحشرات .. مثال ذلك الخنافس المنزلية وبعض أنواع السوس .

٣ - الحلقة الصدرية الأولى كبيرة سهلة الحركة ، أما الحلقة الصدرية الثانية فمختزلة كثيرا .

٤ - اليرقة ويطلق عليها بالانجليزية اسم (Grub) إما أن تكون منبسطة أو مستديرة أو مقوسة .. وأجزاء الفم في اليرقة إما أن تكون قارضة أو ماصة .. ولهذه اليرقات أرجل صدرية فقط وليس لها أرجل بطنية .

٥ - التطور تام (بيضة - يرقة - عذراء - حشرة كاملة) .

٦ - العذراء حرة أى أن الأرجل والأجنحة وقرون الاستشعار سائبة وغير ملتصقة بالجسم ٠٠ والعذراء إما أن توجد عارية أو داخل شرنقة مصنوعة من افرازات حريرية أو من قطع من الخشب تلصقها الحشرات بعضها ببعض أو من الطين ٠

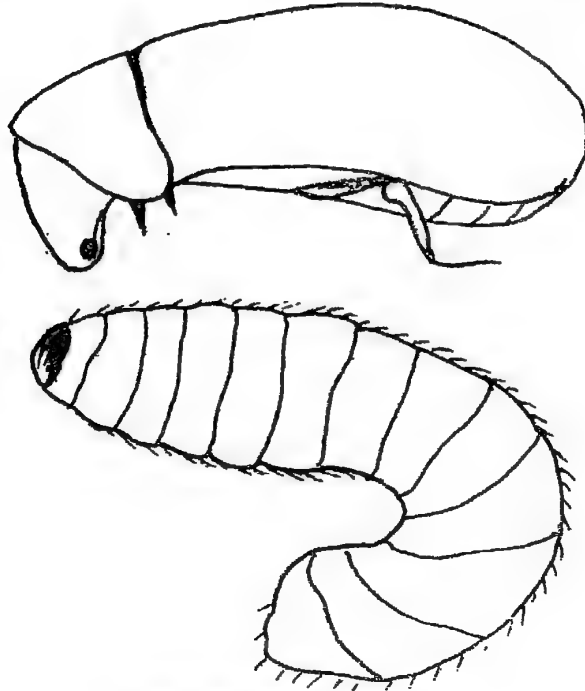
Family : Anobiidae

Lasioderma serricorne F.

الاسم الدارج : خنفساء السجائر ٠٠

The cigarette beetle or Tobacco beetle

وهى حشرة صغيرة الحجم غليظة الجسم طولها يتراوح من ٢ الى ٣ مم ٠٠ اللون بنى فاتح والرأس منحنية الى أسفل تحت منطقة الصدر الأمامى ولا تظهر من أعلى ٠٠ ولقد وجدت هذه الحشرة بأعداد كبيرة فى أواني من الالباستر عثر عليها فى مقبرة توت عنخ آمون التى يرجع تاريخها الى حوالى ٣٥٠٠ سنة ٠



« خنفساء السجائر - الحشرة الكاملة واليرقة »

اليرقة :

مقوسة تمتاز بكثرة الشعر الذى يغطى الجسم .

الضرر :

تعيش على المواد النباتية التى بدأت فى التحلل وعلى المصنوعات الخشبية والأثاث . وتهاجم الكتب والمخطوطات والوثائق ، كما توجد فى المهملات وتكثر بين نماذج المتاحف وبين منتجات البقالة والأدوية . وتوجد أنواع منها تعيش سنتين طويلة داخل صناديق محكمة الغلق دون غذاء أو ماء .

Family : Ptinidae

Gibbium Psylloides C.

الاسم الدارج : الخنفساء العنكبوتية . (Spider beetle)

الحشرة الكاملة صغيرة الحجم جدا يتراوح طولها ما بين ٣ ، ٤ مم . الرأس والصدر الأمامى أقل كثيرا فى العرض من الأعمدة . الجسم برغوثى الشكل مضغوط الجانبين محدب . الأرجل وقرون الاستشعار طويلة . تشبه العنكبوت فى مظهرها . اللون عسلى لامع .

ولقد وجدت هذه الحشرة بأعداد كبيرة فى آنية من الإلباستر عثر عليها فى مقبرة توت عنخ آمون بالقرنة بالبر الغربى من الأقصر ويرجع تاريخها الى حوالى ٣٥٠٠ سنة .

اليرقة :

لونها أبيض والرأس صفراء مغطاة بشعر كثيف يتراكم عليه الشراب .

اماكن وجود الحشرة والضرر الناتج عنها :

توجد هذه الحشرة فى المنازل ومخازن البقالة والأدوية وفى المتاحف ودور الكتب والأرشيف والوثائق والمباني الخشبية القديمة ، وكثيرا ما ترى على الجدران .

تتغذى على بقايا مواد الطعام والدقيق والمواد الدهنية والأغذية المخزونة . وتتغذى أيضا على المواد الصوفية والجلدية وغير ذلك .



• حشرة الخنافس العنكبوتية •

Family : Dermestidae

الاسم الدارج : خنافس الجلود

تعتبر حشرات هذه العائلة من أهم حشرات المتاحف ودور الكتب والأرشيف والوثائق ، وتتميز بأن جسمها مغطى بحراشيف قصيرة مختلفة الألوان .. و يغطي جسم اليرقات شعر طويل وكثيف وخاصة في مؤخرة الجسم ، ولذلك يطلق عليها بالانجليزية اسم (Woolly bears)

تتغذى اليرقات على الجلود والمواد الصوفية والحريرية والغراء والسجاجيد ومقتنيات المتاحف .. وينتج الضرر عن اليرقات فقط أما الحشرات الكاملة فتتغذى على رحيق الأزهار •

(a) *Dermestes maculatus* de Geer

(= *D. Vulpinus* F.)

الاسم الدارج : خنفساء الجلود •

The hide or Leather beetle.

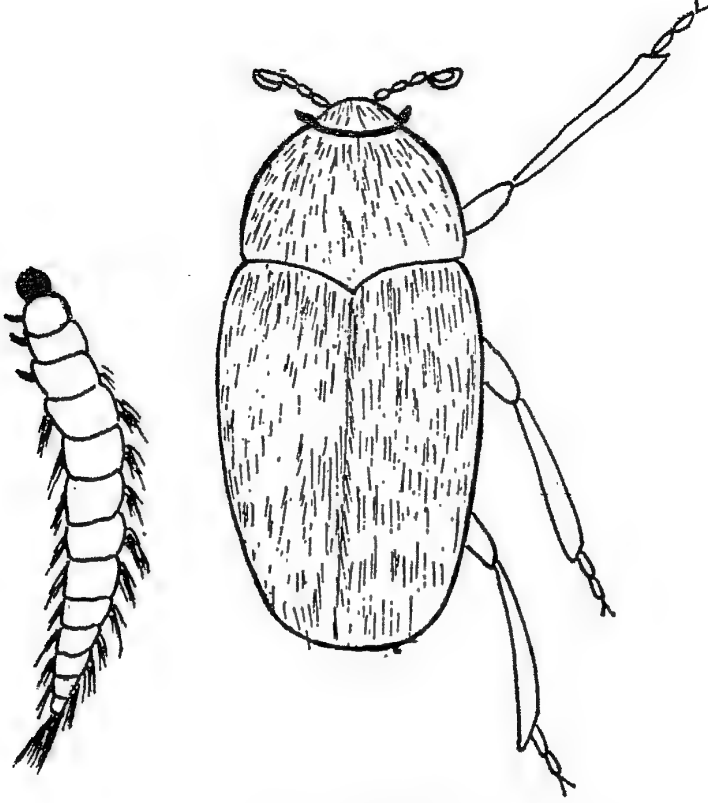
الحشرة الكاملة :

طولها يتراوح من ٦ الى ٨ مم .. لونها أسود .. يغطي الصدر والغمدين حراشيف بيضاء اللون .. يلاحظ أن هذه الحراشيف توجد بكثرة على السطح البطنى فيبدو أبيض اللون •

اليرقة :

لونها أبيض عند الفقس ثم يغمق اللون تدريجيا ٠٠ الطول حوالى

١٢ مم .



« خنفساء الجلود - العشرة الكاملة واليرقة »

الضرر :

تنفذ اليرقات على مواد متنوعة مثل الجلود والجبن المجفف والأسماك المجففة واللحوم الجافة والعظام والمواد الفلينية ، الا أنها تفضل الجلود بصفة عامة .

(b) *Attagenus gloriosus* F.

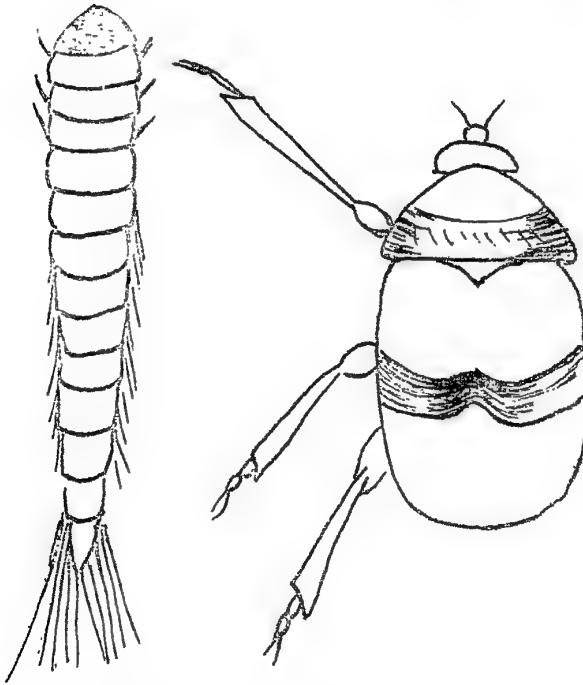
الاسم الدارج : خنفساء الملايس ذات الحرف W :

الحشرة الكاملة :

طولها حوالي ٥ مم . الجسم مطاوئ . اللون بني . ينتشر على الغمدين حراشيف صفراء على شكل حرف (W) أما بقى الجسم فنقطيه حراشيف بيضاء اللون . وقد لوحظ أن هذه الحشرة لها القدرة على تصنع الموت اذا ما أحست بخطر ، وعندئذ تضم أطرافها الى جسمها وتستلقى على ظهرها وتظهر كأنها ميتة .

اليرقة :

اسطوانية يغطي جسمها شعر كثيف وخاصة عند مؤخرة الجسم .



• خنفساء الملابس ذات الحرف W الحشرة الكاملة واليرقة •

الضرر :

تتغذى اليرقات على الأصواف والجلود والمنتجات الحيوانية المجففة .
(c) *Anthrenus Verbasci* L.

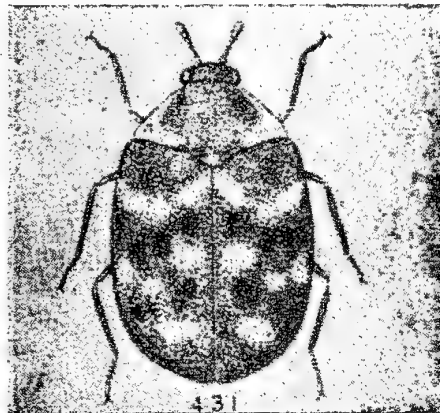
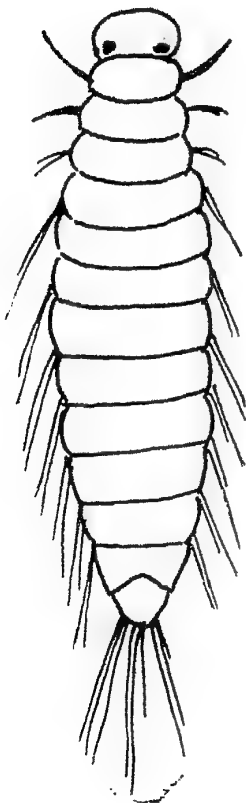
الاسم الدارج : خنفساء السجاد المتغيرة ..
The Varied carpet beetle

الحشرة الكاملة :

حشرة بيضاوية الشكل عريضة يتراوح طولها من ١٥ الى ٣ مم ..
سميت بخنفساء السجاد المتغيرة تبعا لتغير وضع الحراشيف المختلفة
الألوان على ظفر الحشرة .. وهذه الألوان هي الأبيض والبني والأصفر
وتظهر مرتبة على ظهرها مكونة شكل ٧٧ ، وخلفها توجد بقعتان من نفس
اللون .. البطن مغطى بحراشيف بيضاء كثيفة .

اليرقة :

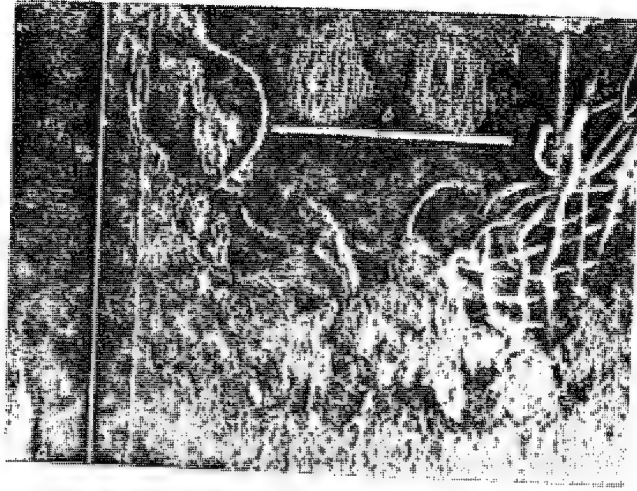
قصيرة مغطاة بشعر كثيف وتتميز بوجود ثلاثة أزواج من الخصلات
الطرفية الكثيفة القوية في نهاية الجسم من الخلف .. وتقف هذه
الخصلات اذا أزعجت اليرقة مكونة كرات صغيرة .



« حشرة السجاد المتغيرة - الحشرة الكاملة واليرقة »

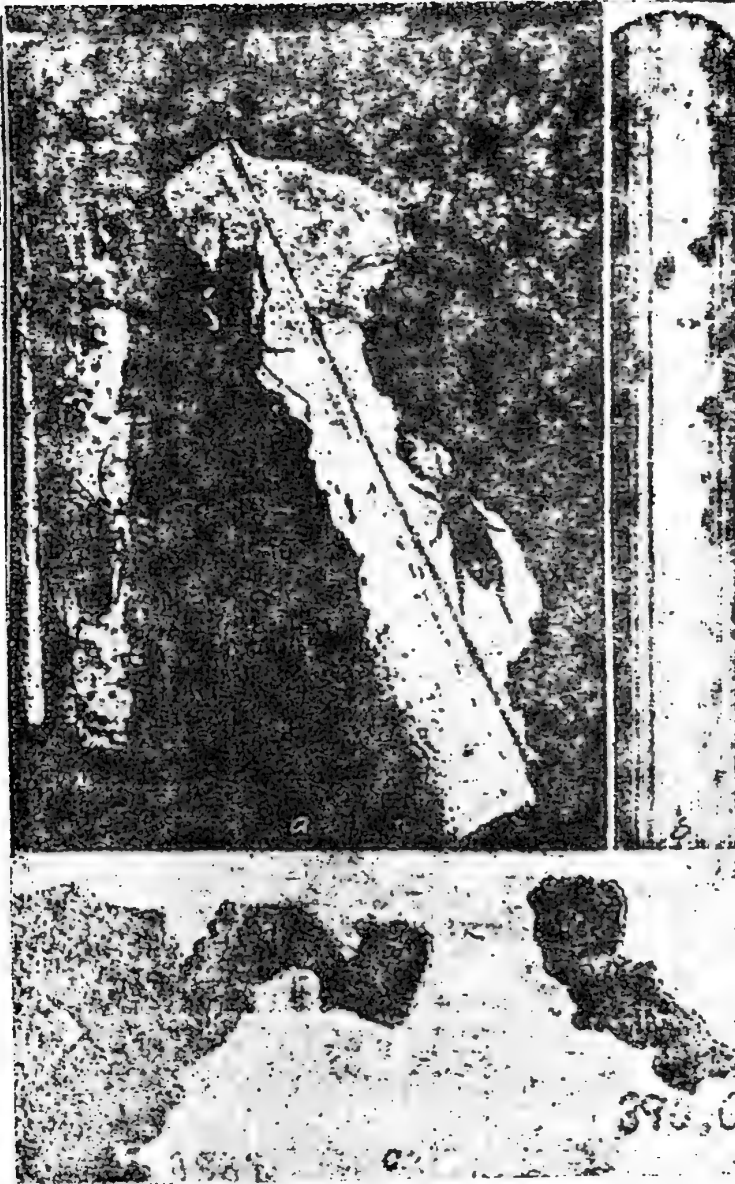
الضرر :

تتغذى اليرقات على الحديد والأصواف ومنتجاتها من سجاد ومتسوجات
صوفية كما تتغذى على ريش الطيور المحنطة والقرون والجلود والمنتجات
الحيوانية المحنقة .



لوحة توضح التلف الذى أصاب القماش المغلف لأحد الكتب بفعل حشرة الصرصور الأمريكى .. وفيها الجزء (أ) يمثل كعب الكتاب بالحجم الطبيعى ويمكن ملاحظة ما أصابه من تلف .. الجزء (ب) يمثل منطقة تالفة بفعل الصرصور بحجم مكبر ويلاحظ مدى ما أصابها من تلف ، وقد أُلِف الصرصور المواد اللاصقة والمائلة تماما ولم يبق سوى بعض الخيوط المتهاكلة .. أما الجزء (ج) فيمثل مساحة من الغلاف مكبرة جدا لظهور مدى التلف الذى أصابها ، ويلاحظ أن الصرصور قد أُلِف تماما المواد المائلة واللاصقة وكذلك النسيج ذاته •

(After Smithsonian Institute)

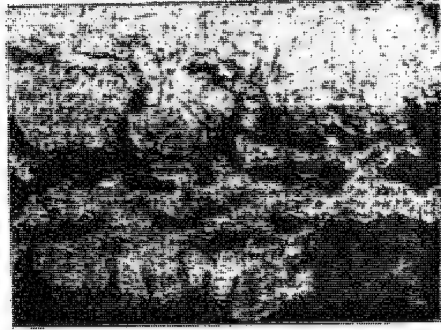
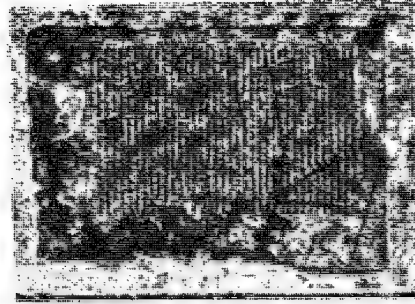


لوحة توضيح التلف الذي يصيب الكتب بفعل الضرر الذي يلحقها .. وفيها الجزء (أ)
يمثل التلف الذي أصاب النباش المغطى للسطح الأسفل من أحد الكتب .. أما الجزء (ب)
فيمثل البقع التي تلوث بها الأطراف الخارجية من أوراق كتاب .. وهي تبدو في الصورة
كما لو كانت من العبر ، ولكنها في الواقع ناتجة عن الإفرازات داكنة اللون التي تفرزها
العصاير أثناء انهماكها للكتب .. أما الجزء (ج) فيمثل عنوان الكتاب بعد أن أُلغته
العصاير .

After Smithsonian Institute

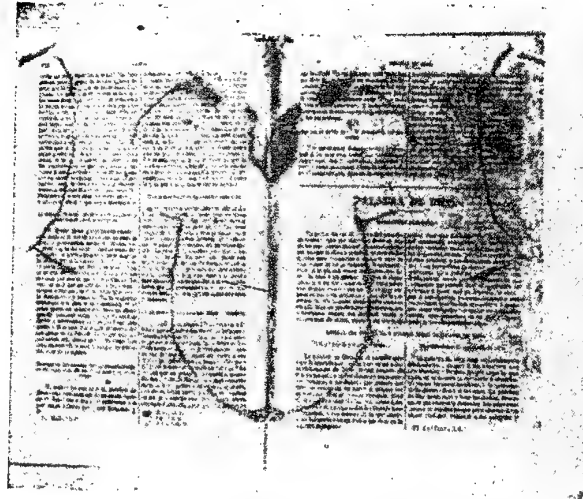
صورة تمثل التلغ الذي اصاب اوراق احد المخطوطات بفعل حشرة السمك القبي





لوحة تمثل التلف الشديد الذي أصاب بعض الوثائق بفعل حشرة التيرميتس (النمل الأبيض) ويلاحظ بوضوح على سطح الوثائق التالفة بقايا الطين الذي استخدمه النمل الأبيض في بناء خنادقه .

After Smithonain Institute.



لوحة تمثل التلف الذي أصاب صفحات أحد الكتب بفعل حشرة التيرميتس (النمل الأبيض) من النوع المعروف باسم تيرميتس الخشب الجاف .
ويلاحظ أن التلف قد حدث في الأماكن التي بنى فيها النمل الأبيض خنادقه له .
After Smithsonian Institute.



لوحة قفيل منقرا جانبيا لاجد الكتب التي اصابتها التهاب التمديد، بفيل خشنة، دودة الكتب من النوع المعروف باسم
 (Neogastrellus labrinocens)
 ويلاحظ ان صفحات الكتاب ملتصقة ببعض بعض بفيل السعال الراج التي تفرزه هذه الحشرة لتقوى به جوانب الخنادق التي تعيش فيها.
 After Smithsonian Institute.



لوحة بالحجم الطبيعي تمثل احد الكتب التي اصابها التلف الشديد بفعل حشرة
دود الكتب من النوع المعروف باسم :
(Hawaiian Catorama book Worm)

After Smithsonian Institute.

ثانيا - المقاومة والإبادة :

تحكم أعمال مقاومة وإبادة الحشرات فى دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية والمخازن الملحقة بها عمليتان على أكبر قدر من الأهمية وهما :

(١) عملية المراقبة والتفتيش الدورى بغرض الوقوف على مدى إصابة الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية بالحشرات .

(ب) عملية الدراسات العملية بغرض التعرف على أنواع الحشرات المتواجدة والوقوف على طبيعة ونوعية الإصابة والعوامل المتعلقة بحياة الحشرات بين هذه المقتنيات .

ومن الضرورى أن تسير أعمال المراقبة والتفتيش والدراسات العملية وفق خطة مؤداهها الإجابة على الأسئلة الهامة التالية :

- ١ - هل توجد حشرات بين الكتب والوثائق والمخطوطات أم لا ؟
- ٢ - ما هى العلاقة بين وجود الحشرات وبين الظروف السائدة فى أماكن العرض والتخزين ؟
- ٣ - كيف استطاعت الحشرات الوصول الى أماكن العرض والتخزين ؟
- ٤ - ما هى أنواع الحشرات الموجودة ؟
- ٥ - هل الإصابة بالحشرات قديمة أم حديثة ؟
- ٦ - ما هى المكونات الداخلة فى تركيب الكتب والمخطوطات والوثائق التى تصلح كغذاء أو عوائل للحشرات الموجودة بأماكن العرض والتخزين ؟
- ٧ - ما هى طبيعة ونوعية التلف الذى نتج عن الإصابة بالأنواع المختلفة من الحشرات التى عثر عليها بين الكتب والمخطوطات والوثائق ؟

وفىما يلى سوف نتناول الطرق والمواد الشائعة الاستعمال فى عمليات مقاومة وإبادة الحشرات التى تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق . . وهى الحشرات التى سبقت الإشارة إليها فى هذا الفصل .

السماك الفضى : (Silver fish)

ومن أهم طرق مقاومته وإبادته الطرق الآتية :

١ - تنظيف الكتب والمخطوطات والوثائق واستعمالها بصفة مستمرة

لازعا ج الحشرات المختلفة بينها •

٢ - استعمال المواد الكيميائية الآتية :

— كرات النفثالين لطردها •

— البارادا يكلوروبنزين (البارادكس) •

يوضع ٢٠٠ جم من البارادكس فى خزانات العرض على أن
تظل مغلقة لمدة ثلاثة أيام على الأقل •

— المستحضرات التى يدخل فى تركيبها البيريثروم
(Byrethrum)

— ال د • د • ت الذائب فى الكيروسين بنسبة ٥٪ رشا •

— التبخير بأبخرة حمض الهيدروسيانيك •• مع مراعاة أن هذا
الحمض سام جدا •• ولهذا يجب أن تجرى عملية التبخير
بهذا الغاز تحت اشراف الاخصائيين لتلافى أخطار التسمم به •

— ثانى كبريتور الكربون تبخيرا •

— مسحوق اللندين القابل للبلل •• يضاف الى شمع الأرضيات
بنسبة ١٪ •• وتؤدى هذه المعاملة الى قتل الحشرات التى
تتجول على الأرضيات •

الصراصير : (Cockroaches)

ومن أهم طرق المقاومة والإبادة ما يلى :

١ - مراعاة النظافة التامة •

٢ - جمع أكياس البيض وحرقها ثم سد الشقوق وتنظيف ما حول
البالوعات وخلف الدواليب وتركيب شبكات ضيقة العيون من
السلك على الشبائيك وخاصة دورات المياه •

٣ - قتل ما يمكن قتله من الصراصير باستعمال الطرق اليدوية •

٤ - استعمال المواد الآتية :

— مادة الكلوردان تعفيرا بنسبة من ٢ الى ٥٪ أو رشاً على صورة محلول فى الكيروسين عديم الرائحة بنسبة ٢٪ أو على صورة مستحلب مع الماء ٠٠ وذلك فى الأماكن التى تتجمع فيها الصراصير وخصوصاً تحت البالوعات وأنايب. المياه والشقوق التى توجد فى الحوائط .

— مشابه الجاما لمادة سادس كلوروالبنزين (GAMMA-hexachlorobenzene)

بنسبة من ١٪ الى ٢٪ رشاً أو تعفيرا .

— مبيد السيفين (Sevin) تعفيرا .

— مسحوق ال د . د . ت ١٠٪ تعفيرا أو يخلطه مع فتات من المواد النشوية أو مذايبا فى الكيروسين عديم الرائحة بنسبة ٥٪ .

— مخلوط من فلوريد الصوديوم والبيريثروم بنسبة ٣ : ١ بالحجم تعفيرا .

— مخلوط من البوراكس والبيريثروم بنسبة ١ : ١ بالحجم تعفيرا .

— التبخير بغاز حمض الهيدروسيانيك اذا كان المكان موبوءا بدرجة لا تنفع معها احدى الطرق السابقة .

Termites or white ants : النمل الأبيض :

ومن أهم طرق المقاومة والابادة ما يلى :

١ - اجراءات وقائية : وتتلخص فيما يلى :

— معالجة الأخشاب المستخدمة فى البناء أو فى صناعة الدواليب وخزانات العرض وخصوصاً تلك التى ستكون على اتصال مباشر بالأرضيات والحوائط بغمرها فى الكريوزوت الساخن لمدة ٢٤ ساعة .

— تزويد مباني دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية بوسائل الاضاءة والتهوية المناسبة للتقليل من فرص مهاجمتها بالحشرة .

٢ - الاجراءات العلاجية : وتتلخص فيما يلى :

— ازالة جميع الأنفاق والسراديب التى تصنعها الحشرة على الحوائط والأخشاب .

— رش الحوائط والأخشاب من الداخل والخارج بأحدى المواد الكيميائية الآتية :

(أ) الكريوزوت التجارى الذائب فى الكيروسين عديم الرائحة بنسبة ٥ ٪ .

(ب) مسحوق الـ د . د . ت الذائب فى الكيروسين عديم الرائحة بنسبة ٥ ٪ .

(ج) مشابه الجاما لمادة سادس كلورو البنزين الذائب فى الكيروسين عديم الرائحة بنسبة ٥٠ ٪ .

(د) مستحلب الكلوردان ٧٥ ٪ مع الماء بنسبة ٢ ٪ .

(هـ) أندرين بنسبة تتراوح من ٥٠ ٪ الى ١ ٪ .

ويكرر العلاج سنويا حتى تتوقف الإصابة تماما .

دودة الملابس ذات الكيس : The case making cloth's moth

ومن أهم طرق المقاومة والابادة ما يلى :

١ - استعمال الكتب والمخطوطات والوثائق وتنظيفها بصفة مستمرة وتهويتها وتعريضها لأشعة الشمس بعد استخلاص الأشعة فوق البنفسجية منها .

٢ - لف ما يخزن من الكتب والمخطوطات والوثائق فى أكياس من النايلون حتى لا تتمكن الحشرة من النفاذ اليها ووضع البيض بين أوراقها .

٣ - حفظ الكتب والمخطوطات والوثائق ذات القيمة الفريدة فى ثلاجات لفترة من الوقت اذ ثبت أن اختلاف درجات الحرارة يؤدى الى قتل الحشرة .

٤ - تزويد الدواليب وخزانات العرض بالمواد الكيميائية الطاردة للحشرات مثل النفثالين والبارادكس .

٥ - فى حالة الإصابة الشديدة لابد من تعريض الكتب والمخطوطات والوثائق لأبخرة ثانى كبريتور الكربون أو حمض الهيدروسيانيك .

خنافس الجلود : (Dermestidae)

ومن أهم طرق المقاومة والابادة ما يلى :

الطرق الوقائية : وتشمل :

١ - وقاية الكتب والمخطوطات والوثائق من الإصابة بهذه الحشرات

وذلك باستعمال مواد كيميائية طاردة سريعة التبخر مثل النفثالين والبارادكس والكافور .

ولا يفوتنا أن ننوه الى أن مفعول هذه المواد مؤقت ويتلاشى بمجرد تطايرها .

٢ - الوقاية الدائمة بمعالجة الكتب والمخطوطات والوثائق وخاصة المصنوعة من الجلد أو الرق بمحاليل المواد الكيميائية العضوية التي تحتوى على الكلور ، وذلك على أساس أن الكلور يجعل الألياف غير قابلة للبهضم بالنسبة لليرقات .

٣ - تخزين الكتب والمخطوطات والوثائق عند درجة حرارة منخفضة (من ٤ الى ٥ م) اذ ثبت من الدراسات التي أجريت في هذا الصدد أن درجة الحرارة المنخفضة توقف تغذية اليرقات وان كانت لا تميزها .

٤ - التنظيف المستمر والتهوية الدائمة .

٥ - استعمال الكتب والمخطوطات والوثائق بصفة مستمرة .

الطرق العلاجية - وتشمل :

١ - استعمال المبيدات ذات الأثر المتبقى لفترة طويلة مثل السيفين ٤٠ر / وال ٥٠ د . ب ١٠ / والأندرين ٥٠ر / .

٢ - استعمال مواد الرش التي تحتوى على البيرثرين حيث أنها تقتل اليرقات والحشرات الكاملة .

٣ - التبخير - اذا اقتضى الحال - بإحدى الغازات السامة مثل غاز حمض الهيدروسيانيك وغاز الكلوربكرين ورابع كلوريد الكربون .

ولا يفوتنا أن ننوه في هذا الصدد الى الخطورة الكبيرة التي قد يتعرض لها القارئون بأعمال مقاومة وإبادة الحشرات من جراء استخدام المبيدات الحشرية . ولهذا فائنا ننصح بمراعاة الاحتياطات الآتية عند استعمال المبيدات الحشرية في أعمال مقاومة وإبادة الآفات الحشرية :

١ - اتباع تعليمات الشركات المنتجة للمبيدات بكل دقة .

٢ - الاحتفاظ بالمبيدات الحشرية في خزانات محكمة الغلق بعيدا عن أيدي غير المختصين .

- ٣ - ضرورة كتابة البيانات الخاصة بالمبيد على الإناء الذى يحتويه .
 - ٤ - تحضير محاليل المبيدات الحشرية فى أماكن مكشوفة جيدة التهوية .
 - ٥ - يحظر التدخين نهائيا عند استخدام المبيدات .
 - ٦ - تزال مصادر اللهب ويقطع التيار الكهربائى عند استخدام محاليل المبيدات الحشرية فى المذيبات العضوية .
 - ٧ - ضرورة ارتداء الأقنعة الواقية عند استخدام المبيدات الحشرية .
 - ٨ - يحظر استخدام كل من الملائيون واللندين والديازينون والكلوردان والداى الدرين فى رش أو تعفير صالات العرض أو المخازن بل يجب أن يقتصر استخدام هذه المبيدات فى معالجة مخابئ الحشرات فقط .
 - ٩ - يجب عزل الحشرات المعالجة بالمبيدات لمدة ٢٤ ساعة على الأقل .
 - ١٠ - يجب غسل الأيدي جيدا بالماء والصابون بعد الانتهاء من أعمال المقاومة والإبادة .
 - ١١ - إعدام أوانى المبيدات الفارغة فوراً .
 - ١٢ - إذا حدث واستنشق شخص مبيدا حشرياً يجب نقله فوراً الى مكان جيد التهوية واسعافه بالاستسعافات الأولية واستدعاء الطبيب دون إبطاء .
- وفى نهاية الحديث عن مقاومة وإبادة الحشرات يجدر القول بأن مداومة تنظيف الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية بصفة دورية تعتبر من أفضل الوسائل لصيانتها من خطر الإصابة بالآفات الحشرية .. وفى هذا الصدد فأننى أرى أن تجرى أعمال النظافة وفق الأسلوب الآتى :
- ١ - تنقل الكتب والمخطوطات والوثائق من أماكنها على الأرفف أو خزانات العرض الى أماكن مكشوفة جيدة التهوية بعيداً عن صالات العرض والمخازن .. ويجب أن يتم النقل باستخدام أدراج معدنية حتى لا تسقط الحشرات أو اليرقات من الكتب والمخطوطات أو الوثائق أثناء النقل ومن ثم تتوارى فى مخابئ يصعب الوصول إليها .
 - ٢ - تنظيف الكتب والمخطوطات والوثائق واحداً تلو الآخر باستخدام فرشاة ناعمة أو بالضرب عليها برفق شديد مع ضرورة الاحتفاظ بمخلفات الحشرات ذات الدلالة للاستعانة بها فى عمليات الدراسة العملية وتدوين المشاهدات التى تتعلق بكيفية ونوعية التلف .

- ٣ - عزل الكتب والمخطوطات والوثائق التى تحتاج الى علاج وترميم .
- ٤ - تنظيف الأسقف والجدران والأرفف والأثاث ٠٠ ويلي ذلك رش أو تعفير صالات العرض والمخازن اذا احتاج الأمر .
- ٥ - تنظيف الأرضيات بصفة مستمرة ودهانها بالورنيش المضاف اليه اللندين القابل للبلل بنسبة ١٪ .
- ٦ - سد الثقوب والشقوق الموجودة بالأرفف والخزانات وإزالة ما قد يكون بها من العشوش أو أكياس البيض قبل إعادة الكتب والمخطوطات والوثائق اليها .

الفصل الثانى

الكائنات الحية الدقيقة وطرق مقاومتها وإبادتها

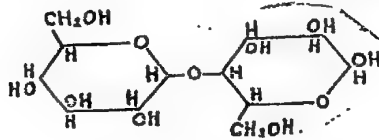
الدور الذى تلعبه الكائنات الحية الدقيقة فى تلف المواد

أولاً - الورق والبردى :

قبل أن نتناول الدور الذى تلعبه الكائنات الحية الدقيقة فى تلف الورق والبردى بوصفهما من المواد المصنوعة بصفة أساسية من السليولوز، نجد أنه من الضرورى التحدث ولو بإيجاز شديد عن البناء التركيبى لألياف السليولوز حتى تتضح لنا كيفية تحليله الميكروبيولوجى .

والسليولوز فى أبسط صوره يتكون من عدد متغير من جزيئات أو وحدات الجلوكوز التى ترتبط معا فى المواقع ١ ، ٤ عن طريق فقد الماء مكونة بناء خطيا على هيئة سلاسل تعرف باسم سلاسل السليولوز

(Cellulose chains) وذلك على النحو التالى :



OH = مجموعة هيدروكسيل

H = ذرة هيدروجين

C = ذرة كربون

ويختلف طول سلاسل السليولوز بدرجة كبيرة فى الأنواع المختلفة من السليولوز .. وبصفة عامة تتكون هذه السلاسل من وحدات من الجلوكوز يتراوح عددها ما بين ٣٠٠ ، ١٠.٠٠٠ وحدة .

وينقسم السليولوز تبعاً لقابليته للذوبان فى محلول الصودا والأحماض الى الأطوار ألفا وبيتا وجاما .. ونجد أن الألفا سليولوز لا يذوب فى محلول من هيدروكسيد الصوديوم درجة تركيزه ١٧.٥٪ ، بينما يذوب كل من البيتا والجاما سليولوز فى هذا المحلول على الفور .. ومن ناحية أخرى نجد أن البيتا سليولوز يترسب ثانية فى محلول هيدروكسيد الصوديوم بفعل الأحماض بينما يظل الجاما سليولوز ذائبا .. وتتوقف هذه الخاصية فى نظر بعض الدارسين على عدد وحدات الجلوكوز التى تتكون منها سلاسل الأنواع المختلفة من السليولوز .. ويرى هؤلاء الدارسين أن الألفا سليولوز يتكون من سلاسل تحتوى على أكثر من ٢٠٠ وحدة من وحدات الجلوكوز ، أما البيتا سليولوز فيتكون من سلاسل تحتوى على عدد من وحدات الجلوكوز يتراوح ما بين ١٠ ، ٢٠٠ وحدة ، بينما يتكون الجاما سليولوز فى نظرهم من الهيميسليولوز (Hemicellulose) الذى تحتوى سلسله على أقل من عشر وحدات من الجلوكوز .

وتبنى جزئيات السليولوز فى الطبيعة بحيث تكون السلاسل المكونة لها متوازية الى حد كبير .. وقد اتضح من دراسة التركيب البنائى للسليولوز باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية أن المناطق التى تكون فيها السلاسل السليولوزية متوازية ومتلاحمة تتميز بتركيب بللورى محدد ترتبط فيه السلاسل بروابط مشتركة قوية فى الاتجاهات الثلاثة ، أما المناطق التى تكون فيها السلاسل غير متوازية وغير ملتصقة فانها تكون غير منتظمة الشكل ولا تتميز بهذا التركيب البللورى المحدد .. ومن ناحية أخرى فقد ثبت بالدراسة أن المناطق التى تتميز بتركيب بلاورى محدد تقاوم تأثير المواد الكيميائية بينما المناطق الأخرى غير المتبلورة تتحلل بفعل هذه المواد ، فضلا عن كونها تنتفخ بالماء وذلك بسبب احتوائها على فراغات كثيرة تزيد من نفاذيتها سواء للماء أو للمحاليل الكيميائية .

العوامل التى تتحكم فى مدى قابلية
السليولوز للتحلل الميكروبيولوجى

١ - طول سلاسل السليولوز (درجة التبلور) :
Chain Length (Degree of Polymerization)

تتكون المواد الخام التى تستخدم فى صناعة الورق من أنواع كثيرة

من الألياف السليولوزية ذات التراكيب البنائية المختلفة ٠٠ ونجد أنه بينما تتكون ألياف القطن الخام من جزئيات من السليولوز ذات درجة تبلمر تزيد على ٣٥٠٠ (D.P. 3500) فإن خيوط القطن تتكون من جزئيات من السليولوز ذات درجة تبلمر تتراوح ما بين ١٠٠٠ ، ٣٠٠٠ أما الألياف السليولوزية التي مرت بمرحلة أو أكثر من مراحل التصنيع فأنها تتكون من جزئيات من السليولوز ذات درجة تبلمر تتراوح ما بين ٢٠٠ . ٦٠٠ .

وتؤدي عملية تصنيع لب الورق ، وهي الخطوة الأساسية في عملية صناعة الورق الى حدوث نقص كبير في طول سلاسل السليولوز أو في درجة التبلمر عن طريق تكسير سلاسل السليولوز الطويلة ٠٠ وقد أثبتت الدراسات أن الألياف السليولوزية في لب الورق تتكون من جزئيات من درجة تبلمر تتراوح ما بين ٦٠٠ ، ١٠٠٠ بالإضافة الى وجود بعض نواتج ذات درجة تبلمر أقل من ذلك بكثير .

وفي الواقع فإن درجة التبلمر تلعب الدور الأساسى في تحديد مدى مقاومة جميع المواد المتبلرة الطبيعية ، ومنها السليولوز بطبيعة الحال ، للإصابة بالكائنات الحية الدقيقة ٠٠ بل نجد أنها تلعب الدور الرئيسى أيضا في تحديد عدد ونوعية الكائنات الحية الدقيقة التى تستطيع استخدام هذه المواد فى عملية التمثيل الغذائى ٠٠ ويرجع هذا فى الحقيقة الى الاختلاف النسبى فى قابلية جزئيات السليولوز الكبيرة والصغيرة للذوبان ٠٠ ومن هذا المنطلق نجد أن معظم الكائنات الحية الدقيقة قادرة على هضم الجلو كوزوالدكستريز بفعل الأنزيمات الداخلية (Endo enzymes) التى تفرز داخل هذه الكائنات ، أما فى حالة المواد الكربوهيدراتية ذات الجزئيات كبيرة الحجم وغير القابلة للذوبان فإن الكائنات الحية الدقيقة التى تهاجمها تحولها أولا الى مواد قابلة للذوبان عن طريق تكسيدها الى جزئيات صغيرة الحجم بفعل أنزيمات خارجية (Exoenzymes) متخصصة ، ومن ثم تستطيع هضمها بفعل الأنزيمات الداخلية التى تفرز داخل الخلايا ٠٠ وعلى سبيل المثال نجد أن قابلية الجيلاتين وهو أحد المواد البروتينية للإصابة بالكائنات الحية الدقيقة كبيرة جدا نظرا لصغر حجم جزئياته المتبلرة وقابليته للذوبان بينما نجد أن الكولاجين وهو أيضا من المواد البروتينية لا يصاب الا بعدد محدود جدا من الكائنات الحية الدقيقة نظرا لكبر حجم جزئياته المتبلرة وعدم قابليته للذوبان ٠٠ والواقع أن الكائنات الحية الدقيقة التى تهاجم الألياف السليولوزية تتميز بقدرتها على تكسير جزئيات السليولوز الكبيرة وتحويلها الى مادة قابلة للذوبان ، وذلك بفعل الأنزيمات الخارجية المتخصصة التى تقوم بإفرازها ٠٠ وتأسيسا على ذلك وفيما يتعلق بالمواد السليولوزية نجد أن قابلية

الهيميسليولوز (Hemi cellulose) للإصابة بالكائنات الحية الدقيقة كبيرة جدا إذا ما قورنت بقابلية الألفا سليولوز للإصابة بهذه الكائنات .

ولما كانت جميع الألياف السليولوزية الطبيعية تتكون من خليط من جزيئات متبلرة تختلف فى درجة التبلر ، ومن ثم فى طول الجزء أو طول السلسلة فانه سوف يكون من غير المقبول تعميم القول بأن هذه المادة أو ذاك غير قابلة للإصابة بالكائنات الحية الدقيقة ، فالنات أن درجة الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة وكذلك نوعية الكائنات الدقيقة التى تنمو على المواد السليولوزية الطبيعية تتوقف ليس فقط على نوعية الألياف السليولوزية ولكنها تتوقف كذلك على درجة قسملها وعلى الظروف التى تواجه فيها من قبل ، وذلك على أساس ان الإصابة بالكائنات الدقيقة ترتبط ارتباطا مباشرا بحجم جزيئات السليولوز المتبلرة وأن تكسير جزيئات السليولوز كبيرة الحجم يحدث ليس فقط بفعل الكائنات الحية الدقيقة ولكنه يحدث أيضا بفعل عوامل أخرى كالضوء والحرارة والرطوبة والأحماض وغير ذلك من عوامل . . ويعنى هذا بطبيعة الحال أن تعرض الألياف السليولوزية لعوامل التلف من ضوء وحرارة ورطوبة وأحماض يزيو من احتمال إصابتها بالكائنات الحية الدقيقة .

٣ - درجة التبلر : (Degree of crystallization)

من الثابت أن حجم سلاسل السليولوز - أى درجة تبلر السليولوز - له أهمية كبيرة فى مدى مقاومة السليولوز للتحلل الميكروبيولوجى ، غير أننا نجد فيما يتعلق بالتركيب البنائى لألياف السليولوز أن هناك عاملا آخر لا يقل أهمية عن درجة التبلر وهو درجة انتظام سلاسل السليولوز أو جزيئات السليولوز فى تركيب بللورى .

ولقد أثبتت الدراسات الكثيرة التى أجراها فى هذا الصدد كل من كارر وشوبرت (Karrer and Schubert) أن قابلية الأجزاء المتبلورة من ألياف السليولوز للتحلل سواء بفعل المواد الكيميائية أو بفعل الأنزيمات التى تفرزها الكائنات الحية الدقيقة تقل كثيرا عن قابلية الأجزاء غير المتبلورة .

٣ - الشوائب أو المواد غير السليولوزية : (Non-Cellulosic components)

من المعروف أن الاحتياجات الحيوية للكائنات الحية الدقيقة بالإضافة الى الرطوبة هى الطاقة والنترودين والمركبات المعدنية والفيتامينات ، ولهذا

فان الشوائب غير السليولوزية الموجودة عادة في الألياف السليولوزية من حيث كميتها ونوعيتها تشكل عاملا مهما في مدى قابلية المواد السليولوزية للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة . ولهذا السبب فاننا نجد أن الأوراق المصنوعة من الخرق البائنة النقية (rag Papers) التي تحتوى على كمية صغيرة جدا من المواد غير السليولوزية ليس لها قابلية تذكر للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ، بينما الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون لها قابلية كبيرة جدا للاصابة بهذه الكائنات نظرا لاحتوائها على نسبة كبيرة من المكونات غير السليولوزية تصل نسبتها الى ٠.٨ ٪ .

وفي هذا الصدد لا يفوتنى أن أنوه الى أن المواد المائلة ومواد الصقل والصبغات المعدنية التي تستخدم في صناعة الورق تعتبر من العوامل أو الاسباب الرئيسية التي تزيد من قابلية الورق للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة .

٤ - الرطوبة : (Moisture)

أثبتت الدراسات الحديثة أن اصابة المواد العضوية بالكائنات الحية الدقيقة تعتمد ليس فقط على الرطوبة النسبية في الجو المحيط ولكنها تعتمد وبدرجة أكبر على محتوى المواد العضوية من الماء الحر . وعلى هذا الأساس فاننا نجد أن قابلية المواد السليولوزية وغيرها من المواد العضوية للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة تختلف فيما بينها حتى ولو كانت متواجدة في جو ذات رطوبة نسبية ثابتة . وعلى سبيل المثال فاننا نجد أن محتوى الأنواع المختلفة من الورق من الماء الحر في جو رطوبته ٧٢ ٪ يختلف اختلافا ملحوظا ، فبينما نجد أن محتوى الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون من الماء الحر يصل الى ٩٥ ٪ فاننا نجد أن محتوى الأوراق المصنوعة من لب الصودا من هذا الماء الحر يصل الى ٨ ٪ . وعلى ذلك يمكن القول بأن اصابة الأوراق المصنوعة من الخشب المصحون بالكائنات الحية الدقيقة وخاصة الفطريات سوف تحدث في درجة رطوبة نسبية أقل كثيرا من درجة الرطوبة النسبية التي تحدث عندها اصابة الأوراق المصنوعة من لب الصودا بهذه الكائنات .

كيفية تلف الورق والبردى بفعل الكائنات الدقيقة :

الورق والبردى بالنسبة للكائنات الحية الدقيقة مصدر هام لغذائها الرئيسي وهو الكربون ويتيسر للكائنات الحية الدقيقة الحصول على عنصر الكربون من الورق والبردى بفعل الأنزيمات التي تفرزها والتي لها القدرة

على تكسير السيلولوز وتحويله الى مواد بسيطة التركيب يسهل هضمها واستخدامها في عمليات التمثيل الغذائي .

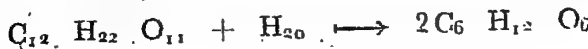
وبالرغم من الدراسات الكثيرة التي أجريت في هذا المجال فان طبيعة التفاعلات البيوكيميائية التي تحدث في عمليات تكسير السيلولوز لم تنضج بالقدر الكافي ، وان كان من المعروف حاليا أن عملية تكسير السيلولوز بفعل الأنزيمات التي تفرزها الكائنات الحية الدقيقة تتضمن على الأقل عمليتين أساسيتين ، العملية الأولى تتضمن تكسير السيلولوز الى السلوبيوز (*) Cellobiose أما العملية الثانية فيتم فيها تحليل السلوبيوز الى الجلوكوز ، وهو الوحدة البنائية لجزيئات السيلولوز .

ويرى كثير من الباحثين أن أنزيم السيلوليز (Cellulase enzyme) الذي يستطيع اذابة السيلولوز يتكون من كثير من المركبات الأنزيمية انشطة ٠٠ وقد استطاع هؤلاء الباحثون تمييز الانزيم ج C1 ١ (Enzyme) الذي يستطيع التعامل مع الألياف السيلولوزية المتبلورة ويؤدي الى تفتت أو تكسير الروابط التي تربط بين جزيئاتها ، وكذلك فانهم قد استطاعوا تمييز الانزيم ج س (Enzyme CX) الذي يؤدي الى تحليل اسيلولوز الى وحداته البنائية وهي الجلوكوز .

وتبدأ عملية تكسير الألياف السيلولوزية بفعل البكتريا والفطريات في أماكن الاتصال المباشر ٠٠ وعندما تحدث الإصابة بهذه الكائنات الحية الدقيقة نجده أن أهداب أو هيفات hyphae الفطريات وخيوط الأكتينومييسيتات تقتحم جدران خلايا الألياف السيلولوزية ، بينما نجده أن البكتريا تنمو على هيئة كتل أو تجمعات بروتوبلازمية تتكاثر عن طريق انقسام أو انشطار الخلايا على النحو السابق توضيحه ، ولذلك نجده أن نمو البكتريا يتركز على السطح لكونها غير قادرة على النفاذ الى داخل الألياف .

ولقد أثبتت دراسات كثيرة أنه الكتب والمخطوطات واللواحق التاريخية أكثر تعرضا للإصابة بالفطريات ٠٠ ويرجع السبب في هذا الى

(*) السلوبيوز من الكربوهيدرات الثنائية التسكر (الدايسكاريدات) ٠٠ ويطلق اسم الكربوهيدرات الثنائية لتسكر على الكربوهيدرات التي يتحد جزيئها مع جزي من الماء ويتحلل الى جزئين من الكربوهيدرات الأحادية التسكر ٠٠ ويمر عن تركيب كل هذه السكريات بصيغة واحدة هي (C₁₂ H₂₂ O₁₁) ٠٠ ويميز السلوبيوز بأنه يعطى عند تحليله بالماء أو بفعل الانزيمات تفرزها الكائنات الدقيقة جلوكوز فقط



أن الظروف السائدة في دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية تلائم نمو الفطريات أكثر من ملائمتها لنمو البكتريا ، فالفطريات قادرة على النمو في مدى واسع من الأس الهيدروجيني السالب PH. value ١٠ ، ١٤ ، فضلا عن احتياج الكثير جدا من أنواع الفطريات الى الماء الحر Moisture content في الوسط الذي تنمو عليه أقل كثيرا من احتياج غيرها من الكائنات الحية الدقيقة ٠٠ وعلى سبيل المثال فان فطر البنيسليوم ينمو ويتكاثر على الأوراق التي يتراوح محتواها من الماء الحر ما بين ٧٨ ٠ ٩٠ ٪ ٠

ومما لا شك فيه أن الورق والبردى يمكن أن يتلف بفعل أجناس وأنواع عديدة من الكائنات الحية الدقيقة تبعا للتركيب الكيميائي ودرجة الحموضة أو القلوية ودرجة الرطوبة النسبية والحرارة وكمية ونوعية الإصابة ٠

ومن المعروف أن الفطريات تتسبب في تبقع الأوراق المصابة ببقع بخلف في لونها باختلاف الفطر المسبب لها ، كما أن مظهر التلف يختلف هو الآخر تبعا لذلك ٠٠ ولقد قام بعض الباحثين بدراسة مظاهر التلف والبقع الناتجة عن الإصابة بالفطريات واستطاعوا عن طريقها التعرف على مزج أو جنس الفطر المسبب لها ٠

ولعله يكون من المفيد أن نورد للقارئ ما انتهت اليه هذه الدراسات بغرض الاستعانة بها في أعمال التفتيش الدوري على الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية وذلك على النحو التالي :

نوع النطر	مظهر الإصابة
<i>Hyalographium fuliginum</i>	بقع سوداء اللون
<i>Trichobotrys atra</i>	"
<i>Sporodanum echinulatum</i>	"
Species of the genus <i>Stemphylium</i>	"
Certain species of <i>Chaetomium</i>	"
<i>Sporotrichum Polysporum</i>	بقع بيضاء اللون
<i>Aspergillus Candidus</i>	"
<i>Oospora Bonordenii</i>	"
<i>Botrytis</i> Sp.	"
<i>Penicillium</i> Sp. 450	"
<i>Mucor</i> Sp.	بقع رمادية اللون
<i>Botryotrichum piluliferum</i>	"
<i>Rhinotrichum Bloxami</i>	بقع صفراء اللون
<i>Sporodiniopsis dichotomus</i>	"
<i>Rhinotrichum Parietinum</i>	بقع حمراء بيضاء
<i>Stephanoma</i> Sp.	"
<i>Oospora Crusta cea</i>	بقع حمراء اللون
<i>Trichothecium roseum</i>	بقع وردية اللون
Most species of <i>Penicillium</i>	بقع رمادية خضراء
Most Species of <i>Aspergillus</i>	"
Species of genus <i>Trichoderma</i>	
<i>Penicillium frequentans</i>	بقع ذات لون أصفر ليموني
<i>Penicillium chrysogenum</i>	"
<i>Penicillium notatum</i>	"
<i>Penicillium roqueforti</i>	"
<i>Penicillium Cyaneo-fulvum</i>	"
<i>Penicillium Viridicatum</i>	"
<i>Penicillium Citrinum</i>	"
<i>Trichoderma Koningi</i>	"
<i>Penicillium tordum</i>	"
<i>Sporotrichum Polysporum</i>	"
<i>Chaetomium elatum</i>	"
<i>Sporodiniopsis dichotomus</i>	"

نوع النطر	مظهر الإصابة
<i>Aspergillus ruber</i>	بقع قرمزية اللون
<i>Penicillium frequentans</i>	" " "
<i>Penicillium roqueforti</i>	" " "
<i>Penicillium viridicatum</i>	" " "
<i>Aspergillus versicolor</i>	بقع قرمزية صفراء
<i>Penicillium herquei</i>	يتلون الورق باللون البنى
<i>Chaetomium elatum</i>	" " "
<i>Myxotrichum chartarum</i>	" " "
<i>Stachybotrys atra</i>	
<i>Clado sporium herbarum</i>	بقع زرقاء رمادية
<i>Chaetomium globosum</i>	" " "
<i>Chaetomium elatum</i>	" " "
Species of genus <i>Stymphylium</i>	" " "
<i>Aspergillus Candidus</i>	التساق الأوراق بعضها بالبعف الآخر
<i>Chaetomium chartarum</i>	" " " " "
<i>Trichoderma lignorum</i>	" " " " "
<i>Sporotrichum polysporum</i>	" " " " "
<i>Botrytis Sp.</i>	" " " " "
Family <i>Chaetomiaceae</i>	تآكل الألياف السيلولوزية ومواد الصقل
<i>Monilia sitophyla</i>	" " " " "
<i>Sporotrichum polysporum</i>	" " " " "
<i>Stachybotrys atra</i>	" " " " "
<i>Haptographium fuliginum</i>	" " " " "
<i>Botryotrichum piluliferum</i>	" " " " "
<i>Sporodesmium echinulatum</i>	" " " " "

ثانيا - الجلود والرق :

١ - الجلود :

من المعروف أن الهدف الرئيسى من عمليات دبغ الجلود الخام هو تحويلها الى مواد غير ملائمة لنمو البكتريا وغير قابلة للتحلل أو التعفن . . . والواقع أن إصابة الجلود المدبوجة بالبكتريا تعتبر أمرا بعيد الاحتمال . وذلك على الرغم من أنه قد توجد فى الجلود المدبوجة بعض الشواهد التى يستدل منها على وجود اصابات بكتيرية . . . وفى هذا الخصوص فقد أثبت روز (C. D. Rose) أن مثل هذه الإصابات البكتيرية تحدث عادة فى الجلود الخام قبل أن تجرى لها عملية الدباغة وأن شواهدا وآثارها تقتط هى التى تبقى بالجلود المدبوجة .

وفى الحقيقة فإن الكائنات الحية الدقيقة القادرة على مهاجمة الجلود المدبوجة هؤلية فى بعض الحالات الى اتلافها هى الفطريات .

ولقد ثبت الدور الكبير الذى تلعبه الفطريات فى تلف الجلود المدبوجة بالدراسات القيمة التى أجراها أخصائيو الميكروبيولوجى فى جيوش الحلفاء التى كانت تحارب فى الحرب العالمية الثانية فى البلدان الاستوائية وخاصة الملايو حينما لاحظوا تلف الكثير من مخزون جيوشهم من أحذية الجنود فى هذه البلدان . . . ولقد كانت هذه الدراسات هى البدايات الأولى لعلم فطريات الجلود (Leather Mycology) الذى ازدهر ازدهارا كبيرا فى الوقت الحاضر .

العوامل التى تتحكم فى إصابة الجلود بالفطريات :

تنمو الفطريات على معظم أنواع الجلود المدبوجة ، سواء كانت مدبوجة بالمواد الدابغة النباتية أو بأملاح الكروم أو بالزيت أو بأملاح الحديد أو الألومنيوم ، وذلك عند توفر كمية كافية من الرطوبة ، وهى الاحتياج الحيوى لنموها . . . وحسب ما يرى أورثمان (Orthmann) فإنه لكى تنمو الفطريات على الجلود لابد ألا يقل محتواها من الرطوبة . . . أى الماء الحر عن ١٤٪ .

ولقد أثبتت الدراسات الكثيرة التى أجراها كل من روز وتيرنر (Rose and Turner) أن نمو الفطريات لا يعتمد فقط على الرطوبة الجوية ولكنه يعتمد أيضا وبصفة أساسية على محتوى الجلود من الماء الحر . . . وعلى ذلك نجد أن قابلية الجلود التى كانت مبتلة ثم جفت للاصابة بالفطريات تزيد كثيرا عن قابلية الجلود التى كانت جافة واكتسبت رطوبة من الجو المحيط بها . . . ومن ناحية أخرى نجد أن قابلية الجلود

المدبوغة لامتناس الرطوبة من الأجواء المحيطة بها تتوقف الى حد كبير على طريقة تجهيزها وعلى المكونات غير الكولاجينية الموجودة بها ٠٠ وعلى سبيل المثال فان الجلوسرين الذى يستخدم فى بعض عمليات تجهيز الجلود المدبوغة يزداد من قابلية الجلود لامتناس الرطوبة ، وعلى ذلك فانه يزداد من قابليتها للاصابة بالفطريات ٠

وئمة عامل آخر يتحكم فى اصابة الجلود بالفطريات وهو درجة الحرارة التى تخزن عندها الجلود ، وذلك على أساس أن الرطوبة الجوية ترتبط ارتباطا مباشرا بدرجة الحرارة ٠٠ ولقد أثبت كل من جروم وبانيسيت (Groom and Panisset) أن فطر البنسليوم ينمو على الجلود فى درجة حرارة ١٠ درجة م عندما تكون الرطوبة النسبية فى الجو المحيط ٨٣% ، وأنه يصيب الجلود عند درجة حرارة ١٥ درجة م عندما تكون الرطوبة النسبية فى الجو المحيط ٧٧% وأنه يصيبها عند درجة حرارة ٢٥ درجة م عندما تكون الرطوبة النسبية فى الجو المحيط ٧٢% ٠

وفىما يختص بالتركيب الكيمايى والخواص الفيزيائية للجلود ، فقد ثبت بالدراسات التى أجراها كل من هايدوميتون وموسجراف (G. R. Hyde, R. G. Mitton and A. J. Musgrave) أن الخواص الفيزيائية للجلود لا تؤثر الى حد كبير على مدى قابلية الجلود للاصابة بالفطريات ٠٠ وعلى سبيل المثال فانه ليس هناك فرق بين جلد البطن الذى يتميز بطراوته وبين جلد الرأس الذى يتميز بصلابته فى مدى قابليتها للاصابة بالفطريات ٠٠ وعلى العكس من ذلك فان التركيب الكيمايى للجلود المدبوغة يؤثر تأثيرا كبيرا فى مدى قابليتها للاصابة بالفطريات ٠٠ ولعل نوعية المواد الداغمة من أهم العوامل التى تتحكم فى اصابة الجلود بالفطريات ٠٠ وعلى سبيل المثال نجد أن قابلية الجلود المدبوغة بالمواد الداغمة النباتية للاصابة بالفطريات تزداد كثيرا عن قابلية الجلود المدبوغة بأملاح الكروم ٠٠ ومن بين المواد الداغمة النباتية نجد أن الجلود المدبوغة بالمواد الداغمة النباتية التى تحتوى على كمية كبيرة من السكريات هى أكثرها تعرضا للاصابة بالفطريات ٠٠ مثال ذلك مجموعة البروجالول فى التانينات (The Pyrogallol group of tannins)

ومن ناحية أخرى فان مواد التشحيم والزيوت التى تستخدم فى تجهيز الجلود المدبوغة تلعب هى الأخرى دورا أساسيا فى قابلية الجلود للاصابة بالفطريات ٠٠ فقد أثبت كل من ميتون وثيرنو R.G. Mitton and J.N. Turner Neat's foot oil أن زيت كبد الحوت وزيت النيتسفوت والزيوت المعدنية تزداد الى درجة كبيرة من قابلية الجلود المدبوغة للاصابة بهذه الكائنات الحية الدقيقة ٠

كيفية تلف الجلود بفعل الفطريات :

لقد كرس أبحاث علمية كثيرة للوقوف على حقيقة التأثيرات الفيزيائية والكيميائية للفطريات على الجلود المدبوجة ٠٠ فقد قام بارجهورن (Barghorn) من وجهة نظر علم الأنسجة بفحص العديد من عينات الجلود المدبوجة سواء بالمواد الدابغة النباتية أو بأملاح الكروم وذلك بعد مرور ستة أشهر على إصابتها بفطر الاسبرجيلوس نيجر (*Aspergillus niger*) واتضح له أن هذا الفطر لم يتاجم ألياف الكولاجين (Collegen fibers) وأن الإصابة لم تتعد الطبقات السطحية الخارجية من الجلد ٠٠ وقد انتهى بارجهورن من دراسته إلى القول بأن هذا الفطر ليس له تأثير على ألياف الكولاجين وأنه يؤثر فقط على التانينات وعلى المكونات غير الكولاجينية الموجودة بالجلود .

وقد قام مركز البحوث التابع لاتحاد منتجي الجلود بانجلترا بأجراء سلسلة من الدراسات لمعرفة تأثير الفطريات على الخواص الفيزيائية والكيميائية للجلود المدبوجة سواء بالمواد الدابغة النباتية أو بأملاح الكروم ٠٠ وفيما يختص بالخواص الفيزيائية فقد اتضح حدوث نقص في متانة الجلود المدبوجة بالمواد الدابغة النباتية مقداره ١٠٪ ، وذلك بعد مرور ستة أشهر على إصابتها بالفطريات . بينما لم يحدث نقص ملحوظ في متانة الجلود المدبوجة بأملاح الكروم ٠٠ وقد انتهت هذه الدراسات إلى القول بأن النقص الذي وقع في متانة الجلود المدبوجة بالمواد الدابغة النباتية قد حدث نتيجة لعمليات التحلل المائي التي تعرضت لها الجلود بفعل الرطوبة وعند درجات الحرارة العالية التي يتطلبها نمو الفطريات . ولم يحدث نتيجة لمهاجمة الفطريات لألياف الكولاجين المدبوجة ٠٠ أي أنه تحلل مائي وليس تحلل انزيمي .

وإتفاقاً مع هذه الدراسات فقد انتهت الدراسات المماثلة التي قام بها كل من كاناجي وتشارلز وإبرامز وويلسون وميريل وهيجلي ورودي وجانسينج في أمريكا إلى القول بأن النقص الذي يلاحظ في متانة الجلود المصابة بالفطريات وفقدانها للبيونة لا يحدث نتيجة لمهاجمة الفطريات لألياف الكولاجين وإنما يحدث بصفة أساسية نتيجة لعمليات التحلل المائي التي تعرض لها هذه الألياف بفعل الرطوبة وعند درجات الحرارة العالية التي يتطلبها نمو الفطريات ونتيجة لأكسدة الزيوت ومواد التشحيم التي تستخدم في عمليات تجهيز وتطرية الجلود المدبوجة ونتيجة للتغير في قيمة الأس الهيدروجيني (PH. Value) الذي يحدث عادة عند إصابة الجلود بالفطريات .

وفيما يختص بالتغيرات الكيميائية التي يحدث للجلود المصابة بالفطريات ٠٠ فقد ثبت بالدراسة انها تتركز بصفة أساسية فى عمليات التحلل المائى للزيوت ومواد التشحيم الأخرى حيث تتحلل الى أحماض دهنية حرة ٠٠ وقد وجد كل من فيليبس وبالفى ان مواد التشحيم المستخدمة فى نظرية وتجهيز الجلود المدبوعة تحتوى على أحماض دهنية حرة بنسبة ٣٠٪ بعد مرور ٥٨ يوما على اصابتها بالفطريات ، وانها تحتوى على هذه الأحماض الدهنية الحرة بنسبة ٧٤٪ بعد مرور ٧٨ شهرا على الإصابة ٠٠ ومن جهة أخرى فقد ثبت أن مواد التشحيم المستخدمة فى نظرية وتجهيز الجلود المدبوعة بأملاح الكروم أقل قابلية للتحلل المائى من مواد التشحيم المستخدمة فى الجلود المدبوعة بالمواد الدابغة النباتية ٠٠ وقد أعزى ذلك الى أن قابلية الجلود المدبوعة بالمواد الدابغة النباتية للإصابة بالفطريات تزيد عن قابلية الجلود المدبوعة بأملاح الكروم للإصابة بهذه الكائنات .

وعلى أية حال فقد اتفقت آراء جميع الدارسين على أن الفطريات لا تستطيع اتلاف الجلود المدبوعة دبقا تاما عن طريق مهاجمتها لالياف الكولاجين ، ولكن التلف الذى ينجم عنها يحدث أساسا كنتيجة مباشرة للتحلل المائى للزيوت ومواد التشحيم الأخرى التى تستخدم فى عمليات التجهيز والنظرة ، مما يترتب عليه فقد الجلود لطاوتها ومتانتها وكثير من خواصها الطبيعية المفيدة والهامة .

مظاهر إصابة الجلود المدبوعة بالفطريات :

ان التلف الواضح الذى ينجم عن إصابة الجلود المدبوعة بالفطريات والذى يمكن الاستدلال عليه بالفحص الظاهرى هو تغير لون الجلود وتبقعها ببقع تختلف فى لونها ومظهرها حسب نوعية الفطر الذى تصاب به الجلود ٠٠ وتتضح هذه البقع أكثر وأكثر اذا كانت الجلود مصبوبة .

وقد لوحظ أن الجلود المدبوعة بالمواد الدابغة النباتية والتى تتميز عادة بلونها الغامق تتبقع ببع بيضاء رمادية تتحول مع الوقت الى مساحات قائمة اللون نتيجة لاصابتها بفطر الباسيللوس ميغاثيريوم (*Bacillus megatherium*) وانها تتبقع ببقع رمادية بنية أو ببقع بنفسجية عند اصابتها بفطر البولولاريا (*Pullularia Sp.*) أو بفطر الباسيلومييسس *paccilomyces* وغالبا ما يحدث للجلود المدبوعة بالمواد الدابغة النباتية تشويه لمظهرها بفعل الفطريات .

وفيما يختص بالجلود المدبوعة بأملاح الكروم نجد أن لونها سريعا ما يتغير نتيجة لاصابتها بالفطريات ٠٠ وقد ثبت أن اصابتها بفطر

الكاتينولاريا (Catenularia) أو بفطر الرودورتولا موسيلاجينوسا
(Rhodotorula mucilaginosa) يؤدي الى تبقعها ببقع حمراء

أو قرمزية اللون .

وعلى أية حال فانه يمكن التفرقة بين البقع الناتجة عن تلوث الجلود
بالمركبات المعدنية وبين البقع الناتجة عن الإصابة بالفطريات باستخدام
محلول من حمض الأوكساليك Oxalic acid وذلك على أساس أن
البقع الناتجة عن المركبات المعدنية تزول بفعل هذا الحمض .



• صورة ميكروسكوبية لقطع مصبوغ من جلد مصاب بالفطريات •

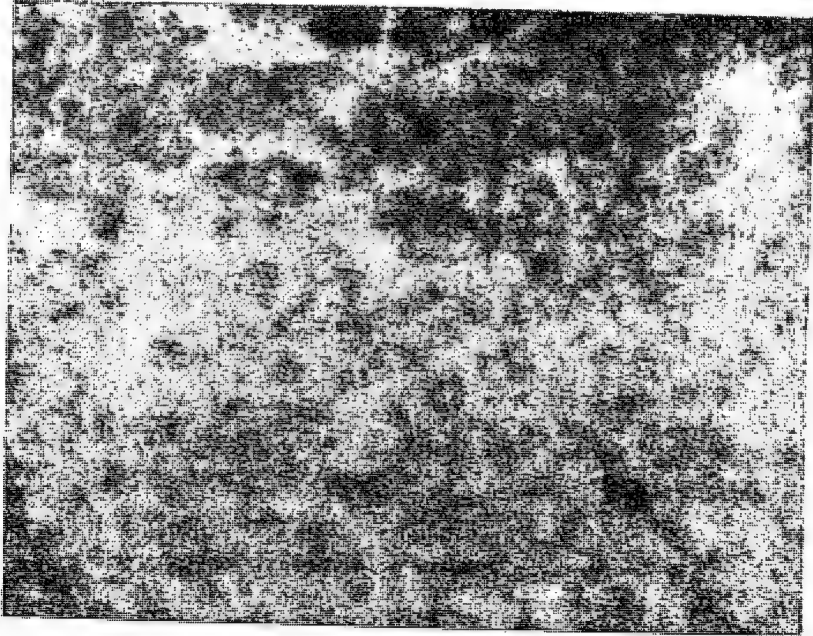
الكشف عن إصابة الجلود المدبوغة بالفطريات :

عندما يتعذر الاستدلال بالعين المجردة عن إصابة الجلود بالفطريات
فانه يمكن اتباع الطريقة التي استخدمها كل من بابا كينا وكوتوكوفا وروز
(Ba Bakina, Kutkova and Rose) للكشف عن إصابة الجلود المدبوغة
بالفطريات .

وتتخصص هذه الطريقة فى عمل مقاطع من الجنود المراد الكشف عن اصابتها بالفطريات ، ثم تزال منها مواد الدباغة عن طريق غمرها فى الاسيتون المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠٪ وبعده ازالة مواد الدباغة تصبغ المقاطع بمزيج يحضر من المكونات الآتية :

بيرونين	(Pyronin)	٠٩ جم
أخضر الميثيلين	(Methylene green)	٠١ جم
كحول ايثيل (٩٨ ٪)		٩٠٠ مليلترات
جلسرين		١٠٠ مليلترات
فينول (محلول مائى ٥٠ ٪)		١٠٠٠ مليلترا

وبعد عملية الصبغ تجفف مقاطع الجلود عن طريق غمرها فى حمامات متتالية من الكحول ٥٠٪ ، ٧٠٪ ، ١٠٠٪ ، على التوالى ٠٠ وأخيرا تغمر فى زيت القرنفل المخفف بالزيلين وتفحص تحت الميكروسكوب .



صورة توضح كيفية تبقع الجلود نتيجة لاصابتها بالفطريات

٢ - الرق :

سبق ان أوضحنا ان الرق ما هو الا جلد مندوف الشعر غير مدبوغ
رانه يحضر للكتابة عليه بعد تجفيفه بتغطية سطوحه بالطباشير ثم بالحك
عليها بحجر خفاف أو حكك حتى يتداخل الطباشير فى مسام ويحفظ
دأبها من رطوبة ٠٠ أى أن الرق لا يختلف من حيث تركيبه الكيميائى
عن أى نوع آخر من الجلود الا فى طريقة صنعه وتجهيزه ٠٠ وعلى ذلك
جلد أن الرق يتميز بطبيعته القلوية التى اكتسبها من الطباشير الذى
يتداخل فى مسامه ويتماسك باللياف الكولاجين (Collagen fibres)
التى يتكون منها الرق .

ولقد هيات للرق طبيعته القلوية وقاية كبيرة من الاصابة بالفطريات
التى تعيش فى الأوساط الحمضية ، كما أنها قد هيات له درجة كبيرة من
الثبات الكيميائى ، اذ أنه لا يتأثر بالأجواء الحمضية ، الأمر الذى يجعله
أكثر ثباتا وبقاء من الجلود .

وبالرغم من أن ألياف الكولاجين التى يتكون منها الرق تعتبر أكثر
أنواع المواد البروتينية المعروفة مقاومة للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ،
فقد لوحظ مرارا أن الرق قد تعرض للتلف بفعل هذه الكائنات الحية ٠٠
وقد أثبتت بعض الدراسات أن ألياف الكولاجين غير المعالجة بملح الطعام
تتعرض للتحلل بفعل الانزيمات التى تفرزها أنواع معينة من البكتريا
وخاصة البكتريا المعروفة باسم بسودوموناس (Pseudomonas)
كما أثبتت هذه الدراسات أن الرق قد يتعرض أيضا للتلف بفعل الكائنات
الحية الدقيقة الهوائية (Aerobic-micro-Organisms) وقد أرجع ذلك الى
أن ألياف الكولاجين التى يتكون منها الرق بصفة أساسية تتعرض عادة
لبعض التفكك (depolymerization) أثناء عمليات تجهيز الرق ، وذلك
بالإضافة الى أن هناك بعض العوامل الأخرى التى تؤثر على درجة ثبات ألياف
الكولاجين كالحرارة ودرجة تركيز أيونات الهيدروجين (PH - Value)
وهذه كلها أمور تزيد من مقدرة الكائنات الحية الدقيقة على مهاجمة ألياف
الكولاجين .

والواقع أن قابلية الرق للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة تعتمد ليس
فقط على طبيعة المواد الخام المصنوع منها وعلى طريقة تصنيعه ، بل تعتمد
كذلك على ظروف حفظه ٠٠ ولقد ثبت أن التغيرات المفاجئة فى الحرارة
والرطوبة والتعرض لتأثير الأشعة فوق البنفسجية قد تتسبب فى حدوث
تغيرات فى التركيب البنائى لألياف الكولاجين ٠٠ أى أنها تزيد من قابليته
للإصابة بالكائنات الحية الدقيقة .

ولقد استنطاع كل من سميرونوف وسزوك (Smirnowa and Szoc) بعض أنواع كيرة من الكائنات الحية الدقيقة من الرق وأثبتا أيضا أن هذه الكائنات الحية الدقيقة تتسبب في تلفه ٠٠ وطبقا للدراسة التي قاما بها فإن الرق يصاب عادة بأنواع معينة من أجناس البنيسليوم والاسبرجيللوس والالترناريا والكلادوسپوريوم (Species of the genus *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria* and *cladosporium*.)

ومن ناحية أخرى فقد أثبت كل من الدكتور كوفاليك والسيدة سادورسكا (Dr. Kowalik and Mrs. Sadurska) أن أخطر أنواع التلف التي يتعرض لها الرق تحدث عند إصابته بالكائنات الحية الدقيقة من أجناس الاستربتوميسيس والكلادوسپوريوم والفيزاريوم والافيوستوما والاسكوبولاريوبسيس

(*Streptomyces*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Ophiostoma* and *Sco-pulariopsis*)

ومن هذا كله ننتهي الى القول بأن الرق وإن كان يتميز عن الجلود بمقاومته للاصابة بالفطريات التي تعيش في الأوساط الحمضية وبشباته الكيميائي إلا أنه يتعرض للتلف بفعل أنواع أخرى كثيرة من الكائنات الحية الدقيقة ، الأمر الذي يتطلب صيانتة من أخطارها باستخدام الأنواع المناسبة من مبيدات الكائنات الحية الدقيقة ٠٠ وسوف نتناول هذا الموضوع بالتفصيل عند الحديث عن طرق مقاومة وإبادة الكائنات الحية الدقيقة التي تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية للتلف .

مقاومة وإبادة الكائنات الحية الدقيقة :

الآن وبعد أن اتضح لنا الجوانب المختلفة للدور الذي تلعبه الكائنات الحية الدقيقة في تلف الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية يحق لنا أن نقول أن مقاومة وإبادة هذه الكائنات ليس من الأمور التي يمكن الاستهانة بها ، بل هي من العمليات المعقدة التي تعددت بشأنها الآراء والتي يمكن إذا لم تتم وفق معايير محددة أن تتسبب في أحداث أضرار جسيمة بهذه المقتنيات الحضارية ٠٠ وعلى هذا الأساس نجد أن جميع المراكز المتخصصة في أعمال الصيانة والعلاج قد أجمعت على ضرورة تنفيذ أعمال المقاومة والإبادة وفق أسلوب عمل أوصت باتباعه ٠٠ ويمكن تلخيص هذا الأسلوب في الخطوات التالية :

١ - التفيتش الدوري على الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية للوقوف على مدى إصابتها بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

- ٢ - التعرف على جنس ونوع الفطر أو الكائن الحى الدقيق الذى أصيبت به الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية .
- ٣ - الوقوف على طبيعة العلاقة بين الفطر أو الكائن الحى الدقيق الذى تم التعرف عليه وبين الظروف التى تحفظ أو تخزن فيها الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية .
- ٤ - معرفة هل الفطر أو الكائن الحى الدقيق ما زال نشطا أم انه قد فقد قدرته على أحداث تلف جديد بالكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية .
- ٥ - التعرف على طبيعة ونوعية الدور الذى يلعبه الفطر أو الكائن الحى الدقيق الذى تم عزله والتعرف عليه فى تلف الكتب أو المخطوطات أو الوثائق التاريخية .
- ٦ - التعرف على القابلية النسبية للمواد المستخدمة فى صناعة الكتب والمخطوطات والوثائق للاصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .
- ٧ - اختيار المبيد المناسب لمقاومة وإبادة الفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة . ويتم اختيار المبيد عادة وفق المعايير الآتية : -
(أ) يجب ألا يحدث المبيد المستخدم أية اضرار للكتب أو المخطوطات أو الوثائق المعالجة .
- (ب) يجب أن يكون المبيد المستخدم ذات كفاءة عالية بحيث يمكن مقاومة وإبادة الفطريات أو غيرها من الكائنات الحية الدقيقة بجترات صغيرة .
- (ج) يجب أن يكون المبيد المستخدم من المبيدات ذات الأثر المتبقى ويفضل ألا يكون من الأنواع القابلة للتطاير .
- (د) يجب أن يكون المبيد المستخدم غير قابل للتميع .
(non-hygroscopic)
- (هـ) يجب ألا يتسبب المبيد المستخدم فى تغيير لون الكتب أو المخطوطات أو الوثائق كما يجب ألا يؤدى الى تبقعها .
- (و) يجب أن يكون المبيد المستخدم رخيص الثمن كما يجب أن يكون من الأنواع المتوفرة بالأسواق والتى يمكن الحصول عليها بسهولة .
- (ز) يجب أن يتميز المبيد المستخدم بدرجة سمية منخفضة للانسان حتى لا يؤذى القائمين بأعمال المقاومة والإبادة .

وقبل أن ننهي هذه المقدمة الموجزة لابد أن اشير الى أن أعمال التفتيش الدورى على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية تكتسب أهمية كبيرة فى هذا المجال ، الأمر الذى يحتم مداومة القيام بها وتسجيل نتائجها بحرص بالغ واعتبارها أساسا ودليلا لجميع أعمال المقاومة والإبادة . ومن هذا المنطلق فقد اهتمت مراكز الصيانة والعلاج بأعمال التفتيش الدورى ووضعت لها قواعد التزمت بها وأوصت باتباعها . ومن أهم هذه القواعد ما يلى : -

١ - يجب أن تبدأ عملية التفتيش الدورى بالكتب أو المخطوطات أو الوثائق المتواجدة فى الأماكن الرطبة المظلمة . وفى هذه الحالة لا بد أن يفحص كل كتاب أو مخطوطة أو وثيقة فحصا جيدا للوقوف على حالته وتسجيل المظاهر الظاهرة للإصابات الموجودة .

٢ - يجب أن تمتد أعمال التفتيش الى الكتب والمخطوطات والوثائق المتواجدة تحت ظروف حفظ مختلفة من حيث الرطوبة والتهوية والإضاءة . وفى هذه الحالة يجب أن يفحص أكبر عدد من الكتب والمخطوطات والوثائق . ويفضل التركيز على الكتب أو المخطوطات أو الوثائق الموجودة فى أركان وفى وسط حجرات التخزين أو العرض .

٣ - يجب أن تتم أعمال التفتيش والفحص قبل البدء فى عمليات المقاومة والإبادة ، وذلك حتى يمكن اختيار افضل الطرق وانسب الوسائل لمقاومة وإبادة الكائنات الحية الدقيقة .

٤ - يجب أن تتم أعمال التفتيش الدورى والفحص بالاشتراك مع الاختصاصيين فى دراسة ومقاومة وإبادة الحشرات .

٥ - يجب عدم الاكتفاء بفحص أغلفة وأكعب الكتب أو المخطوطات أو الوثائق بل يجب أن يمتد الفحص الى الاجزاء الداخلية منها ، وذلك على أساس ان مظاهر الإصابة بالأغلفة والأكعب قد تزاو بالاحتكاك الميكانيكى الذى يحدث عادة عند تناول الكتب والمخطوطات والوثائق ، الأمر الذى يؤدى الى الوصول الى استنتاجات خاطئة لا تعبر عن حقيقة الحالة .

وبعد هذه المقدمة الموجزة سوف نتناول بالتفصيل طرق مقاومة وإبادة الكائنات الحية الدقيقة ، وذلك على النحو التالى : -

طرق مقاومة وإبادة الكائنات الحية الدقيقة :

سبق أن أوضحنا أن حجم جزيئات المواد المتبلرة الطبيعية تلعب

الدور الأساسى فى تحديد مدى مقاومة هذه المواد للاصابة الحية الدقيقة ، كما أنها تلعب الدور الرئيسى فى تحديد عدد ونوعية الكائنات الحية الدقيقة التى تستطيع استخدام هذه المواد فى عملية التمثيل الغذائى . . وعلى هذا الأساس فإن معظم أنواع الكائنات الحية الدقيقة قادرة على هضم المواد اللاصقة المستخدمة فى عملية تجفيف وتغليف الكتب والمخطوطات والورق وكذلك المواد المستخدمة فى نظرية وتجهيز الجلود المدبغة . . ولذلك نجد أن اصابة الكتب والمخطوطات والوثائق بالكائنات الحية الدقيقة تنتركز نى الأغلفة وحول الكعب .

وفىما يختص بمواد التشحيم والزيوت التى تستخدم فى نظرية وتجهيز الجلود المدبغة فقد ثبت أنها هى الأخرى تلعب دورا أساسيا فى قابلية الجلود للاصابة بالفطريات .

ومن هذا المنطلق ولوقاية الكتب والمخطوطات والوثائق من أخطار التلف بفعل الكائنات الحية الدقيقة فإنه من الضرورى معالجة المواد اللاصقة المستخدمة فى التجليد والتغليف والمواد المستخدمة فى نظرية الجلود بالمبيدات الفطرية والبكتيرية .

وفىما يلى سوف نتناول الطرق المختلفة لمقاومة وإبادة الكائنات الحية الدقيقة التى تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق وأهم المبيدات المستخدمة فى هذا المجال . . وذلك على النحو التالى :

الطرق الكيميائية :

ونعنى بىا طرق المقاومة والإبادة التى تستخدم فيها المبيدات الفطرية والبكتيرية . . وأهم المبيدات المستخدمة فى هذا المجال هى :

١ - ثلاثى ورباعى وخماسى كلوروفينات الصوديوم
Sodium Trichlorophenate, Sodium tetrachlorophenate and
Sodium Pentachlorophenate

وتستخدم هذه المبيدات بصفة أساسية فى معالجة المواد اللاصقة المستخدمة فى تغليف وتجليد الكتب والمخطوطات والوثائق . . وهى تستخدم عادة على صورة محلول مائى درجة تركيزه ١٠٪ يضاف الى المواد اللاصقة المستخدمة . . وقد أثبتت التجارب أن أكثرها فاعلية هو خماسى كلوروفينات الصوديوم .

وخماسى كلوروفينات الصوديوم عبارة عن بودرة لونها رمادى فاتح قابلة للذوبان فى الماء . . ومحلوله عديم اللون . . وقد ثبت أن هذا المبيد لا يؤثر على الخواص الميكانيكية للورق وأن له اثر متبقى لمدة طويلة وأنه

لا يتحلل بالحرارة وإن كان يتأثر بالضوء كما أنه يتحلل في الأوساط الحمضية .

ويستخدم خماسي كلوروفينات الصوديوم على صورة محلول مائي درجة تركيزه ١٠٪ ٠٠ ويحضر هذا المحلول بإذابة ١٢ جم من بودرة خماسي كلوروفينات الصوديوم في مائة مليلترا من الماء المرشح ٠٠ وتستمر عملية الإذابة عادة لمدة ثلاث ساعات مع التقليب المستمر ٠٠ ويجب عدم تخزين المحلول لمدة تزيد عن ثلاثة أيام حيث أن خماسي كلوروفينات الصوديوم يتحول بفعل ثاني أكسيد الكربون إلى خماسي كلوريد الفينول الذي لا يذوب في الماء .

ويضاف محلول خماسي كلوروفينات الصوديوم إلى المواد اللاصقة المستخدمة بالنسب الموضحة في الجدول الآتي :

نوعية المادة اللاصقة	كمية المحلول الواجب استخدامها بالنسبة للوزن الكلي من المادة اللاصقة معبرا عنها بالنسبة المئوية	عدد الملilitرات من المحلول المائي ١٠٪ بالنسبة لكل مائة جرام من المادة اللاصقة
١ - دقيق التبع	٠.٢	٢
٢ - القراء الحيواني	٠.٥	٥
٣ - دقيق البطاطس	٠.٢	٢
٤ - الدكسترين	٠.٤	٤

٢ - البيتا نافثول : (Beta - Naphthol)

ويستخدم هذا المبيد بصفة أساسية في معالجة المواد اللاصقة المستخدمة في تغليف وتجليد الكتب والمخطوطات والوثائق ٠٠ يستخدم عادة على صورة محلول كحولي درجة تركيزه ١٠٪ ٠٠ ويضاف إلى المواد اللاصقة بنفس النسب التي يضاف بها خماسي كلوروفينات الصوديوم .

وقد ثبت أن مبيد البيتا - نافثول لا يؤثر على الخواص الميكانيكية للورق وأن له أثر متبقى لمدة طويلة .

٣ - المركبات الفينولية والكلوروفينولية :

Phenolic and Chlorophenolic Compounds

وقد استخدمت بنجاح كبير فى معالجة المواد المستخدمة فى تطرية وتجهيز الجلود المدبوغة ومن أمثلتها :

(أ) بريفتنول ١ (Preventol "1")

وهو عبارة عن ثلاثى الكلوروفينول فى الايثانول أمين
(Tricholo Phenol in ethanalamine)

ويستخدم بدرجة تركيز تتراوح ما بين ٥٪ ، ٨٪ .

(ب) خماسى الكلوروفينول (Pentachlorophenol)

وهو يستخدم على صورة محلول مائى أو كحولى درجة تركيزه تتراوح ما بين ٥٪ ، ٨٪ . وقد أثبتت التجارب أن هذا المبيد يعتبر من أكثر المبيدات فاعلية فى هذا المجال .

(ج) البوانيتروشينول (P-nitrophenol)

وهو يستخدم على صورة محلول مائى أو كحولى درجة تركيزه تتراوح ما بين ٥٪ ، ٨٪ .

(د) الباراكلوروميتا كريزول (P — Chloro — M — Cresol)

وهو يستخدم على صورة محلول مائى أو كحولى درجة تركيزه تتراوح ما بين ٥٪ ، ٨٪ .

(هـ) الباراكلوروميتا زيلينول (P — Chloro — M — Xylenol)

وهو يستخدم على صورة محلول مائى أو كحولى درجة تركيزه تتراوح ما بين ٥٪ ، ٨٪ .

وقد أثبتت التجارب أن هذا المبيد يعتبر من أكفأ المبيدات التى يمكن استخدامها لهذا الغرض .

وفيما يختص بمعالجة المواد المستخدمة فى تطرية وتجهيز الجلود المدبوغة فقد أثبتت الدراسات الحديثة ان استخدام المبيدات الفطرية والبكتيرية على صورة مزيج من محاليل أكثر من مبيد يكفل وقاية كبيرة للجلود المعالجة ضد الاصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة يستمر أثرها مدة طويلة من الزمن . . وخاصة فى البلدان الحارة والاستوائية . . وفى هذا الخصوص ننصح باستخدام التركيبات الآتية :

- خماسى الكلوروفينول مع البارانيتروفينول بنسب متساوية .
- خماسى الكلوروفينول مع الساليسيل أنيليد (Salicylanilide) بنسب متساوية
- الساليسيل أنيليد مع الداينيترو أورثو كريزول (Dinitro-O-Cresol) بنسب متساوية .
- الساليسيل أنيليد مع البارانيتروفينول (P - nitrophenol) بنسب متساوية .
- خلاصات فنيل الزئبق (Phenyl mercury acetate) مع الأورثوفينيل فينوك (O - Phenyl Phenol) والبارانيتروفينول بنسب متساوية .
- الأرتوفينيل فينول مع البنزيل فينول (Benzyl Phenol) بنسب متساوية .
- خماسى كلوفينات الصوديوم والبارانيتروفينول والثيمول (Thymol) بنسب متساوية .

٤ - الزيرام (Ziram) :

وتركيبه الكيميائى هو : داي مثيل داي ثيو كاربامات الزنك
(Zinc dimethyl dithio Carbamate)

ويستخدم الزيرام بصفة أساسية فى وقاية الورق من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة ويتميز الزيرام بأنه عديم اللون والرائحة وأنه يقاوم تأثير الرطوبة . . ويذاب الزيرام عند درجة حرارة ٧٠ درجة م بالنسب الآتية :

زيرام	جزء واحد
هيدروكسيد الأمونيوم	٣٥ جزء .
ماء	٤٠ جزء .

ثم يضاف الى المحلول الناتج ٣٥٠ جزءا من الماء .

وقد أثبتت التجارب أن الزيرام لا يؤثر على الخواص الميكانيكية للأوراق المعالجة به الا أنه يغير لونها بدرجة ضئيلة جدا .

٥ - خليط من الثيمول وكلوريد الزئبق بنسب متساوية يذاب فى مزيج من الاثير والبنزول .

وتستخدم هذه التركيبة الكيميائية فى الوقاية الدائمة للأوراق القديمة من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة .

٦ - الملح الصوديومى لنداي كلوروفين :
(Sodium Salt of dichlorophene)

ويستخدم على صورة محلول مائى للوقاية الدائمة للأوراق القديمة من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة .

٧ - لوريل داي مثيل كاربوكسى مثيل بروميد الأمونيوم :
(Lauryldimethyl carboxy methyl ammonium bromide)

ويستخدم على صورة محلول مائى للوقاية الدائمة للأوراق القديمة من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة .

٨ - الملح الصوديومى لخماسى كلوروفينول :
(Sodium Salt of penta chlorophenol)

ويستخدم على صورة محلول مائى للوقاية الدائمة للأوراق القديمة من أخطار الكائنات الحية الدقيقة .

٩ - الساليسيل انيليد
(Salicylanilide)

ويستخدم على صورة محلول فى مزيج من الاسيتون وثلاثى كلور الايثلين (Trichlorethylene) للوقاية الدائمة للأوراق القديمة من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة .

١٠ - أكسيد الاينلين :
(Ethylene oxide)

ويستخدم فى خزانة تبخير مفرغة الهواء للإبادة اللحظية للكائنات الحية الدقيقة التى تصيب الورق والبردى .

١١ - باراكلوروميتا كريزول :
(P — Chloro — m xyleneol)

ويستخدم على صورة محلول كحولى درجة تركيزه ٥٠ ٪ .
ويستخدم هذا المحلول لوقاية الرق والجلود المدبوغة من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة بواقع مليلترين لكل ١٠٠ سم ٢ من الرق .
وقد أثبتت التجارب أن هذا المبيد لا يؤثر على الخواص الميكانيكية للرق المعالج به .

١٢ - باراكلوروميتا زيلينول
(P — Chloro m xyleneol)

ويستخدم بطريقة الرش على صورة محلول كحولى درجة تركيزه

١٠. ٪ لوقاية الجلود المدبوغة من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة . . . ويتميز هذا المبيد بأنه يتسامى ببطء شديد جدا .

١٣ - فينيل بورات الزئبقى (Phynyl mercuri borate)

ويستخدم بطريقة الرش على صورة محلول كحولى درجه تركيزه ٥٠ ٪ لوقاية الجلود المدبوغة من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة . . . ويعتبر هذا المبيد من أفضل المبيدات التى يمكن استخدامها لهذا الغرض .

١٤ - الداى كلوروداى هيدروكسى داي فنيل ميثان :
(Dichloro dihydroxy diphenyl methane)

ويستخدم بطريقة الرش على صورة محلول كحولى درجه تركيزه ١ ٪ لوقاية الجلود المدبوغة من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة . . . ويعتبر هذا المبيد من أفضل المبيدات التى يمكن استخدامها لهذا الغرض .

١٥ - فلوريد الصوديوم : (Sodium fluoride)

ويستخدم بطريقة الرش على صورة محلول كحولى درجه تركيزه ١ ٪ لوقاية الجلود المدبوغة بأملاح الكروم من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة .

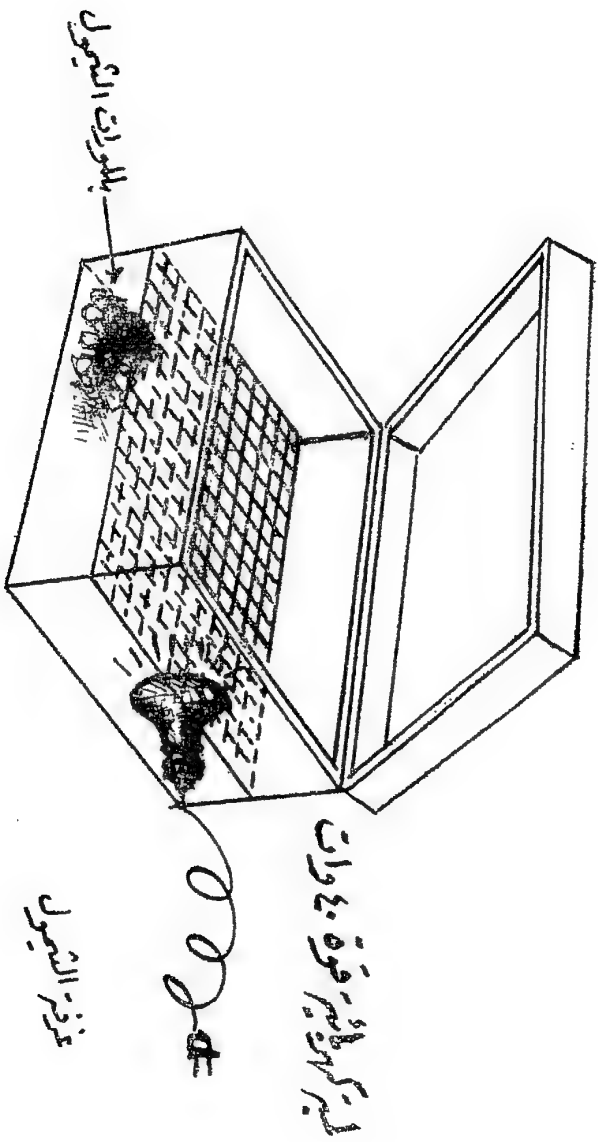
١٦ - الباراداي كلوروبنزين (البارادكس) :

ويستخدم على هيئة كرات صغيرة توضع فى خزائن العرض . . . وهذا المبيد رخيص الثمن ولا يترتب على استخدامه حدوث مشاكل جانبية .

١٧ - أبخرة الثيمول (Thymol)

يعالج الورق والبردى والرق والجلود المدبوغة من الإصابة بالفطريات بتعريضها لأبخرة الثيمول فيما يمكن أن يسمى بغرفة الثيمول . وهذه الغرفة عبارة عن صندوق محكم الغلق فى وسطه رف على هيئة شبكة من النايلون توضع عليه الكتب والمخطوطات والوثائق المراد علاجها ، وفى أحد أركانه السفلى توضع لمبة كهربائية قوة ٤٠ فولت تنبعث منها حرارة كافية لتسامى بللورات الثيمول (أنظر الرسم) .

ويستخدم الثيمول بواقع ٣٠ جم لكل ١٦ قدما مسطحا عن الورق أو البردى أو الرق أو الجلد . . . ويكفى اضاءة الللمبة الكهربائية لمدة ساعتين يوميا . . . وتستمر فترة المعالجة عدة ١٤ يوما متصلة . . . والواقع أن نجاح هذه الطريقة يعتمد على درجه تركيز أبخرة الثيمول والمحكم فى الحرارة المنبعثة من الللمبة الكهربائية .



بالبورق المشعول

لبنة كبريتية

غرفة الخبز

أما فى الحالات التى تتطلب الأمر فيها مداومة عملية الوقاية من
الفطريات ، فيمكن اتباع الطريقة الآتية :

يجوز عدد من أوراق النشاف بمقاس الكتب والمخطوطات والوثائق
المراد علاجها وتغمر فى محلول من التيمول الذائب فى الكحول ، ثم ترفع
لتجف ٠٠ وبعد ذلك تحفظ الكتب والمخطوطات والوثائق بوضعها بين
هذه الأوراق .

١٨ - أبخرة الفورمالدهيد (الفورمالين) :

(أ) تبخير صالات العرض والمخازن : يشترط أن تكون صالات
العرض والمخازن محكمة الغلق ٠٠ ويتولد غاز الفورمالدهيد بإضافة مادة
الفورمالدهيد الى برمنجنات البوتاسيوم على النحو التالى :

يضاف حوالى نصف كيلو من الفورمالدهيد السائل الى ١٥ جم من
برمنجنات البوتاسيوم فى وعاء من الصينى ٠٠ ثم يوضع الوعاء فى أحد
جوانب الغرفة بعد احكام غلقها لمدة ٢٤ ساعة ٠٠ وتكفى هذه الكمية
لتبخير غرفة حجمها ٥٠٠ متر مكعب .

(ب) تعقيم الكتب والمخطوطات والوثائق المصابة :

وتتم عملية التعقيم بتعريض الكتب والمخطوطات والوثائق لأبخرة
الفورمالدهيد التى تتولد بإضافة الفورمالدهيد الى برمنجنات البوتاسيوم
على النحو السابق ذكره فى خزانة تبخير محكمة الغلق لا تقل درجة الحرارة
بداخلها عن ١٦ درجة م وعلى أن تكون نسبة الرطوبة بها أكثر قليلا من
٦٠٪ وذلك لمدة ١٢ ساعة على الأقل .

وبعد انتهاء فترة العلاج لابد أن تظل الكتب أو المخطوطات أو
الوثائق معرضة للهواء لعدة ساعات .

والواقع أن اختيار المبيد المناسب لحالة بعينها يعتبر من أهم الأمور التى
يجب أن ينشغل بها القائمون بأعمال مقاومة وإبادة الكائنات الحية
الدقيقة وذلك على أساس ان المبيدات الفطرية والبكتيرية تتفاوت وفى درجة
كفاءتها ، كما أن لكل واحد منها آثاره الجانبية التى قد تضر بالكتب
والمخطوطات والوثائق التى يراد علاجها ٠٠ ولهذا السبب لا يجب استخدام
المبيد الا بعد التيقن من كفاءته والتأكد من أنه لن يضر بالحالة المطلوب
علاجها ٠٠ ولن يتأتى ذلك الا بالدراسة العملية للمبيدات المقترحة
استخدامها .

وفى هذا الصدد يهمنى أن أضع بين يدى القارئ منهج وأسلوب

الدراسة التي قام بها بلياكوفا (L. A. Belyakova) لاختيار المبيدات المناسبة لوقاية المواد المستخدمة في تطرية الجلود والمواد اللاصقة المستخدمة في تغليف وتجليد الكتب والمخطوطات والوثائق من الإصابة بالفطريات وذلك حتى تكون أسلوب عمل ودليلا معيناً للعاملين في هذا المجال .

أولاً : اختيار المبيد المناسب لوقاية المواد المستخدمة في تطرية الجلود القديمة من الإصابة بالفطريات .

مواد التطرية المستخدمة :

١ - زيت النيتسفوت (Neat's foot oil)

٢ - اللانولين

٣ - مادة تطرية تحضر بمزج المكونات الآتية :

زيت النيتسفوت	١٠٠ جم
شمع نحل	٣٠ جم

٤ - مادة تطرية تحضر بمزج المكونات الآتية :

زيت النيتسفوت	١٠٠ جم
شمع نحل	٣٠ جم
جلسرين	١٠ جم
لانولين	٣٠ جم

٥ - مادة تطرية تحضر بمزج المكونات الآتية ::

زيت النيتسفوت	٢٥٪
زيت محركات	٦٠ - ٦٥٪

(خليط من القطفة الخامسة والقطفة

الثانية بنسبة ٥ : ١)

سيريسين	٧ - ١٠٪
شمع نحل	٣ - ٥٪

المبيدات الفطرية المستخدمة :

١ - خماسي كلورفينات الصوديوم

(Sodium Penta chlorophenate)

٢ - بارانيتروفينول (P — nitro Phenol)

٣ - مزيج من خماسي كلورفينات الصوديوم والبارانيتروفينول
بنسب متساوية .

٤ - ثيمول (Thymol)

ويستخدم المبيد إما على صورة محلول مائى أو محلول كحولى .

عينات الجلود المستخدمة :

١ - جلد ماعز حديث مصقول ومغطى بطبقة من الكازين .

٢ - جلد ماشية يافعة مدبوغ .

٣ - جلد مأخوذ من أغلفة كتب قديمة .

طريقة العمل : (Experimental Procedure)

أخذت عينات من الجلود بطول ٥ سم وبعرض يتراوح ما بين ١٠ ،
١٢ سم ثم حقنت بمزرعة نقيلة من فطر البنيسليوم ريكوفورتى
(*Penicillium reque forti*) . وبعد مرور مدة تتراوح ما بين
خمسة وسبعة أيام على النمو الفطرى بعينات الجلد عولجت بمواد التطرية
السابق الإشارة إليها بعد أن أضيفت إليها المبيدات الفطرية . . . وأخيرا
علقت فى صندوق محكم الغلق مشبع تماما بالرطوبة لمدة تتراوح ما بين
سبوع واثنين وثلاثين أسبوعا .

النتائج :

فترة تعرض الجلود المعالجة للرطوبة (مقدرة بالأسبوع)										نوعية المعالجة
٣٢	٢٥	٢١	١٦	١٢	٨	٥	٣	١		
							٣	٣		عينة جلد غير معالجة بمواد التطرية
٥	٤	٥	٣	٥	٥	٥	٥	٥		عينة جلد معالجة بمواد التطرية دون إضافة المبيدات الفطرية .
٣	٥	٤	٣	٣	٣	٢	٢	٢		عينة جلد معالجة بمواد تطرية تحتوي على خماسي الكلوروفينات على هيئة بودرة بنسبة ٥٠٪
٣	٣	٢	١	٢	٢	١	١	٢		عينة جلد معالجة بمواد التطرية تحتوي على خماسي الكلوروفينات على هيئة بودرة بنسبة ١٪
٥	٥	٥	٣	٤	٥	٣	٤	٢		عينة جلد مبللة بالماء ومعالجة بسواد التطرية دون إضافة المبيدات الفطرية .
٣	٥	٥	٤	٥	٥	٢	٣	٢		عينة جلد معالجة بمواد تطرية خالية من المبيدات الفطرية ومبللة بمحلول من خماسي الكلوروفينات درجة تركيز ٥٠٪
٣	٥	٢	٤	٣	٢	٢	٢	٢		عينة جلد معالجة بمواد تطرية خالية من المبيدات الفطرية ومبللة بمحلول من خماسي الكلوروفينات درجة تركيزه ١٠٪
٥	٥	٥	٣	٤	٥	٣	٤	٢		عينة جلد معالجة بمواد تطرية ممزوجة بالماء وخالية من المبيدات الفطرية .
٣	٤	٣	٤	٥	٣	٢	٢	٣		عينة جلد معالجة بمواد تطرية ممزوجة بمحلول من خماسي الكلوروفينات درجة تركيزه ٥٠٪
٣	٣	١	٣	٣	١	١	١	٢		عينة جلد معالجة بمواد تطرية ممزوجة بمحلول من خماسي الكلوروفينات درجة تركيزه ١٪
٥	٤	٥	٤	٤	٥	٣	٣	٣		عينة جلد معالجة بمواد تطرية تحتوي على الثيمول بنسبة ٢٪ وقد أضيف الثيمول الى مواد التطرية على هيئة محلول درجة تركيزه ٢٠٪

جدول (١) :

يوضح مدى كفاءة المبيدات الفطرية في ابادء فطر البنسسيو ريكوفورتى الذى حقنت به العينات المأخوذة من جلد الماعز ٠٠ وقد عولجت عينات الجلد بمواد التطرية والمبيدات الفطرية بعد مرور سبعة أيام على النمو الفطرى بها ٠٠ ويتضح من هذا الجدول أيضا مدى مقاومة الحنود المعالجة للاصابة بالفطريات .

الرموز :

- (١) = عدم حدوث نمو فطرى .
- أو = حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة جدا ومتفرقة .
- (٢) = حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة .
- (٣) = حدوث نمو فطرى ملحوظ .
- (٤) = حدوث نمو فطرى وفير .
- (٥) = حدوث نمو فطرى يغطى سطح عينة الجلد بأكمله .

★ ★ ★

عينات من جلود قديمة				عينات من جلود حديثة				محتوى مواد التطرية من البسائط القطرنية وقدورها بالنسبة المئوية
فترة تعريض الجلود المعالجة بمواد التطرية للرطوبة مقدرة بأسبوع .				فترة تعرض عينات الجلود لمعالجة بمسواة:تطرية للرطوبة مقدرة بالاسبوع .				
٣٠	١٢	٥	١	٣٠	١٢	٥	١	
٤	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	صفر
٣	٤	٤	٤	٤				١
٢	٤	١	٣	٣	٣	٢	١	٢
١	٣	٢	٣	٢	٢	١	١	٣
١	٢	١	٢	١	٢	١	١	٤
١	٢	-	١	١	٢	-	١	٥

جدول (٢) :

يوضح مدى كفاءة مبيد خماسي الكلوروفينات
(Pentachloro phenate)

الذى اضيف الى مواد التطرية بنسبة تتراوح ما بين ١٪ ، ٥٪ فى اباداة فطر
البنيسليوم ريكويفورتي الذى حقنت به عينات الجلود ٠٠ وقد عولجت
بمواد التطرية المضاف اليها المبيد بعد مرور خمسة أيام على النمو الفطرى
بها ٠٠ ويتضح من هذا الجدول ايضا مدى مقاومة الجلود المعالجة للاصابة
بالفطريات .

الرموز :

- (١) = عدم حدوث نموه فطرى .
- أو = حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة جدا ومتفرقة .
- (٢) = حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة .
- (٣) = حدوث نمو فطرى ملحوظ .
- (٤) = حدوث نمو فطرى وفير .
- (٥) = حدوث نمو فطرى يغطى سطح عينة الجلد بأكمله .

فترة تعريض عسلان الخلد (١) إلى المبيد للأطرية معلقة بالأيام *								محتوى عسود المتروكة من المبيد الذئري من والنسبة المئوية		المبيد الفطري	
٢٠	٢٧	١٩	١٢	٩	٧	٥	٣				
٥	٥	٥	٥	٤	٤	٢	-	صفر		عينة جلد معالجة بمواد التطرية الحالية من المبيدات *	
٤	٤	٤	٤	٣	٢	١	-	١		} غياب جلد معالجة بمواد التطرية المضاد اليها مبيد خماسي كلورو - فينات الصوديوم (Sodium Pentachloro Phenate)	
٣	٣	٣	١	١	١	١	-	٢			
٢	٣	٢	١	١	١	١	-	٣			
٢	٣	٢	١	١	١	١	-	٤			
٢	٣	٢	١	١	١	١	-	٥			
٢	٣	٢	١	١	١	١	-	٦			
٢	٣	٢	١	١	١	١	-	٧			
٢	٢	٢	١	١	١	١	-	٨			
٢	٢	٢	١	١	١	١	-	٩			
١	١	١	١	١	١	١	-	١٠			
-	-	-	-	-	-	-	-	١		عينة جلد معالجة بمواد التطريسية المضاد اليها مبيد البارائيتروفينول	
٥	٥	٥	٣	٣	٣	١	١	١		} غياب جلود معالجة بمواد التطريسية المضاد اليها خليط من خماسي الكلورو - فينات والبارائيترو - فينول بنسب متساوية	
٧	٢	٢	١	١	١	١	-	٢			
-	-	-	-	-	-	-	-	٣			

جدول (٣) :

يوضح الكفاءة النسبية لمبيد خماسي الكلورفينات والبارائيتروفينول
في ابادة فطر البينيسليوم ريكوفورتى الذى حقنت به عينات الجلد ..
وقد اضيفت المبيدات الى مواد التطرية المستخدمة فى علاج الجلود كل
واحد منها على حدة ثم على صورة خليط بنسب متساوية من المبيدين
المذكورين .. ويتضح من الجدول أيضا مدى مقاومة الجلود المعالجة
للاصابة بالفطريات .

الرموز :

- (١) = عدم حدوث نمو فطرى .
- أو = حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة جدا ومتفرقة .
- (٢) = حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة .
- (٣) = حدوث نمو فطرى ملحوظ .
- (٤) = حدوث نمو فطرى وفير .
- (٥) = حدوث نمو فطرى يغطى سطح عينة الجلد بأكمله .

الاستنتاجات :

- ١ - يتضح من الجدول (١) أن معالجة الجلود بمواد التطرية تزيد من قابليتها للاصابة بالفطريات . وعلى ذلك يجب معالجة مواد التطرية بالمبيدات الفطرية .
- ٢ - يتضح من الجدول (١) أن المبيدات الفطرية المستخدمة لا تكفل وقاية الجلود من الاصابة بالفطريات . وأن الثيول هو اقل المبيدات الفطرية كفاءة فى هذا المضمار .
- ٣ - يتضح من الجدول (٢) أن مبيد خماسى الكلوروفينات لا يكفل وقاية الجلود من الاصابة بالفطريات حتى ولو اضيف الى مواد التطرية بنسبة تصل الى ٥٪ . وأن كفاءة هذا المبيد تظل واحدة سواء اضيف الى مواد التطرية على صورة محلول أو على هيئة بودرة .
- ٤ - يتضح من الجدول (٣) أن اضافة مخلوط بنسب متساوية من كل من خماسى الكلوروفينات والبارانيتروفينول الى مواد التطرية لا يكفل وقاية الجلود المعالجة من الاصابة بالفطريات .
- ٥ - يتضح من الجدول (٣) أن اضافة مبيد خماسى الكلوروفينات الى مواد التطرية بنسبة تصل الى ١٠٪ لا يكفل وقاية الجلود المعالجة من الاصابة بالفطريات .
- ٦ - يتضح من الجدول (٣) أن اضافة مبيد البارانيتروفينول الى مواد التطرية يكفل وقاية الجلود المعالجة من الاصابة بالفطريات . وعلى ذلك ينصح بلياكوتا باضافة مبيد البارانيتروفينول الى مواد التطرية المستخدمة فى علاج الجلود القديمة وذلك بنسبة ١٪ بالوزن .

ثانيا : اختيار المبيد المناسب لوقاية المواد اللاصقة المستخدمة في
التغليف والتجليد من الإصابة بالفطريات .

المواد اللاصقة المستخدمة :

- ١ - عجينة دقيق القمح .
- ٢ - عجينة دقيق البطاطس .
- ٣ - الدكسترين .
- ٤ - الفراء الحيواني .

المبيدات الفطرية المستخدمة :

- ١ - الملح الصوديومي لرباعي الكلوروفينات .
 - ٢ - الملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات .
- وتضاف هذه المبيدات الى المواد اللاصقة على صورة محلول .
- كحولي .

- ٣ - البيتانافثول .

وتضاف الى المواد اللاصقة على صورة محلول كحولي .

عينات الورق المستخدمة :

- ١ - ورق ترشيح .
- ٢ - ورق مصنوع من الخرق البالية .
- ٣ - ورق جرائد .
- ٤ - ورق طباعة مصقول مصنوع من الياف من السيلولوز
الخالص .
- ٥ - ورق مصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون .
- ٦ - ورق كرتون .

طريقة العمل : (Experimental Procedure)

أخذت عينات من الورق بطول ٢٢ سم وعرض ٤ ثم حقنت بمزرعة
نقية من فطر البنيسليوم ريكونفورتي (*Penicillium requeforti*)
ثم دهنت بالمواد اللاصقة المضاف اليها المبيدات الفطرية ٠٠ وأخيرا علقت
في صندوق محكم الغلق مشبع تماما بالرطوبة لمدة تتراوح ما بين أسبوع
وأربعة عشر أسبوعا .

النتائج :

١ - فيما يتعلق بعجينة دقيق القمح نجد أن الملح الصوديومي لرباعي الكلورو - فيئات هو أكثر المبيدات فعالية بينما نجد أن البيتانافثول هو أقلها فاعلية .

٢ - فيما يتعلق بوقاية ورق الترشيح المعالج بالمواد اللاصقة من الإصابة بالفطريات نجد أن الملح الصوديومي لرباعي الكلوروفينات والملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات يتساويان في درجة فاعليتهما لمنع الإصابة بالفطريات .

٣ - فيما يتعلق بوقاية ورق الطباعة المعالج بالمواد اللاصقة من الإصابة بالفطريات نجد أن فاعلية الملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات لمنع الإصابة بالفطريات تزيد كثيرا عن فاعلية البيتانافثول .

٤ - الملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات هو أكثر المبيدات فاعلية لوقاية الأوراق المعالجة بالغراء الحيواني من الإصابة بالفطريات بينما البيتانافثول هو أقلها .

٥ - الملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات هو أكثر المبيدات فاعلية لوقاية الأوراق المعالجة بعجينة دقيق البطاطس من الإصابة بالفطريات على أن يضاف الى المادة اللاصقة بنسبة لا تقل عن ٤٥ ٪ .

٦ - الملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات هو أكثر المبيدات فاعلية لوقاية الأوراق المعالجة بالدكسترين من الإصابة بالفطريات على أن يضاف الى المادة اللاصقة بنسبة لا تقل عن ٧٥ ٪ .

٧ - الملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات يكفل وقاية تامة للأوراق المعالجة بالغراء الحيواني من الإصابة بالفطريات اذا أضيف الى المادة اللاصقة بنسبة لا تقل عن ١٠ ٪ .

٨ - الملح الصوديومي لرباعي الكلوروفينات يقي الأوراق المعالجة بالغراء الحيواني من الإصابة بالفطريات اذا أضيف الى المادة اللاصقة بنسبة لا تقل عن ١٦٥ ٪ .

ولما كانت عجينة دقيق القمح تعد من أكثر المواد اللاصقة استخداما في عملية تغليف وتجليد الكتب والمخطوطات فانه يهمني أن أضع بين يدي القارئ النتائج الكاملة للدراسات التي أجريت بشأن وقايتها من الإصابة بالفطريات ، وذلك على النحو التالي :

المادة	محتوى الاصلية من الليمونات الفلورية	معمرا عنها بالنسبة القوية
الزبد والفلوري المستعمل		
الملح الصوديومي لخماسي الكبروفينات Sodium Penta-chloro Phenate	٠.٠٤ ٠.٠٦ ٠.٠٨ ٠.١ ٠.٢ ٠.٤ ٠.٦	٠ ٤ ٤ ٤ ٤ ٤ ٤
الملح الصوديومي لراني الكلورويات Sodium tetra-chloro phenate.	٠.٥ ٠.١٥ ٠.١٥ ٠.٢٥	٤ ٤ ٤ ٤

فترة التعريض للخطوية بالأسبوع .	فترة التعريض للخطوية بالأسبوع .	مدة التعريض للخطوية بالأسبوع	مصدر	البيثانفول Beta-Naphthol
١٢ ١٠ ٥ ٢	١٢ ١٠ ٥ ٢	١٢ ١٠ ٥ ٢	صفر	
٥ ٥ ٤ ٤	٤ ٤ ٤ ٤	٤ ٤ ١ -		
٤ ٤ - -	٤ ٤ ٤ ٤	٤ ٣ -	٠.١	
٤ ٤ - -	٢ ٢ ٢ ٢	٢ ١ -	٠.٢	
٢ ٢ - -	٢ ٢ ٢ ٢	٢ ١ -	٠.٣	
٢ ٢ - -	٢ ٢ ٢ -	٢ ١ -	٠.٤	
٢ ١ - -	١ - - -	٢ ١ -	٠.٥	
- - - -	- - - -	٢ ١ -	٠.٦	
١ - - -	- - - -	٢ - ١ -	٠.٧	
١ - - -	- - - -	١ - - -	٠.٨	
- - - -	- - - -	١ - - -	٠.٩	
- - - -	- - - -	٢ - - -	١.٠	

جدول يوضح الكفاءة النسبية للمبيدات الفطرية لوقاية الأوراق المملوحة بعجينة دقيق القمح من الإصابة بالفطريات .
الرموز :

- (-) = عدم حدوث نمو فطري .
- (١) = حدوث نمو فطري في مواضع ضئيلة جداً ومتفرقة .
- (٢) = حدوث نمو فطري في مواضع قليلة .
- (٣) = حدوث نمو فطري ملحوظ .
- (٤) = حدوث نمو فطري وكثير
- (٥) = حدوث نمو فطري يغطي سطح عينة الورق بأكمله .

وعلى ذلك يرى بلياكوف أن أنسب المبيدات الفطرية لوقاية المواد اللاصقة المستخدمة في تغليف وتجليد الكتب والمخطوطات والوثائق هو الملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات ويرى اضافته الى المواد اللاصقة بالنسب المثوية الآتية (مقدرة بالنسبة للوزن الكلي للمادة اللاصقة) .

١٪	الفراء الحيواني
٠.٧٥٪	الدكسترين
٠.٤٥٪	عجينة دقيق البطاطس
٠.٤٪	عجينة دقيق القمح

ثالثا : اختبار المواد المستخدمة في لصق أغلفة الكتب والمخطوطات الجلدية للوقوف على مدى قابليتها للإصابة بالفطريات .

المواد اللاصقة المستخدمة :

- ١ - الإثيل سليولوز (Ethylcellulose) على صورة محلول كحولى درجة تركيزه ١٥٪ .
- ٢ - البوتفار (Butvar) على صورة محلول كحولى درجة تركيزه ١٥٪ .
- ٣ - خللات الفينيل المبلمرة (Polyvinyl acetate) على صورة محلول كحولى درجة تركيزه ٣٠٪ .
- ٤ - كحولى البولى فنيل (Polyvinyl alcohol) على صورة محلول مائى درجة تركيزه ١٥٪ .
- ٥ - البولى مثيل اكريلات (Polymethylacrylate) على صورة محلول مائى درجة تركيزه ٢٩٪ .

طريقة العمل : (Experimental Procedure)

أخذت عينات من جلود الماعز بمقاسات مناسبة وعولجت بالمواد اللاصقة ثم حقنت بمزرعة نقيية من فطر البنسليوم ريكونيفورتى (Penicillium requeforti) وأخيرا علقت في صندوق محكم الغلق مشبع تماما بالرطوبة لمدة تتراوح ما بين أربعة أيام وأربعة وخمسين يوما .

الفترة التي عرضت فيها الجلود المعالجة للرطوبة بالأيام						كيفية المعالجة
٤	٥	٩	١٢	٢٠	٢٤	
١	٢	٣	٤	٥	٥	عينة جلد غير معالجة بالمواد اللاصقة .
-	-	١	١	١	١	عينة جلد معالجة بمحلول كحول من الانيل سليولوز درجة تركيزه ١٥٪ .
-	-	١	٢	٢	٢	عينة جلد معالجة بمحلول كحول من البوتنار درجة تركيزه ١٥٪ .
-	-	١	٢	٢	٢	عينة جلد معالجة بمحلول كحول من خلاصات الفئيل المبلورة درجة تركيزه ٣٠٪ .
-	١	٤	٥	٥	٥	عينة جلد معالجة بمحلول مسائي من كحول البوبل فئيل درجة تركيزه ١٥٪ .
-	١	٣٢	٣	٥	٥	عينة جلد معالجة بمحلول مسائي من الانيل سليولوز درجة تركيزه ٢٩٪ .

جدول (١) :

يوضح مدى مقاومة الجلود المعالجة أسطحها الخارجية بالمواد اللاصقة للاصابة بالقطريات .

الرموز :

- (-) عدم حدوث نمو فطري .
- (١) = حدوث نمو فطري في مواضع ضئيلة جدا ومتفرقة .
- (٢) = حدوث نمو فطري في مواضع قليلة .
- (٣) = حدوث نمو فطري ملحوظ .
- (٤) = حدوث نمو فطري وفير .
- (٥) = حدوث نمو فطري يغطي سطح عينة الجلد بأكمله .

الفترة التي عرضت فيها الجلود المعالجة للرطوبة بالأيسام		كيفية المعالجة
٢٧	١٢	
٣	١	عينة جلد معالجة بمحلول كحول من الانيل سليولوز درجة تركيزه ١٥٪ .
٣	٢	عينة جلد معالجة بمحلول كحول من البوتفار درجة تركيزه ١٥٪ .
٤	٣	عينة جلد معالجة بمحلول كحول من خلات الفثيل المبلورة درجة تركيزه ٣٠٪
٥	٤	عينة جلد معالجة بمحلول مائي من كحول البولي فثيل درجة تركيزه ١٥٪ .
٥	٣	عينة جلد معالجة بمحلول مائي من البولي مثيل اكريلات درجة تركيزه ٢٩٪ .
٥	٢	عينة جلد غير معالجة بالمواد اللاصقة

جسول (٢) :

يوضح مدى مقاومة الجلود المعالجة أسطحها الداخلية بالمواد اللاصقة
للإصابة بالفطريات .

الرموز :

- ١ - حدوث نمو فطري فى مواضع ضئيلة جدا ومتفرقة .
- ٢ - حدوث نمو فطري فى مواضع قليلة .
- ٣ - حدوث نمو فطري ملحوظ .
- ٤ - حدوث نمو فطري وفير .
- ٥ - حدوث نمو فطري يغطى سطح عينة الجلد بأكمله .

الاستنتاجات :

١ - يتضح من الجدول (١) ، (٢) أن معالجة عينات الجلد بالمحلول

الكحولى لللائيل سليولوز قد زاد من مقاومتها للاصابة بفطر
البنيسليوم ريكوفورتى .

٢ - يتضح من الجدول (١) . (٢) ان معدل نمو فطر البنيسليوم
ريكوفورتى على الجلود المعالجة بالمحلول الكحولى لكل من البوتقار
وخلات الفنيل المبلرة قد نقص .

٣ - يتضح من الجدول (١) . (٢) أن معالجة عينات الجلد بالمحلول
المائى لكل من كحول البولى فنيل والبولى مثيل اكريلات قد قلل من
مقاومة الجلد للاصابة بالفطريات . . . ويلاحظ أن معدل نمو الفطر
على العينات المعالجة بالمحلول المائى لهاتين المادتين قد زاد عن معدل
نموه على العينات غير المعالجة بالمواد اللاصقة .

وعلى ذلك فقد انتهى بلياكوف الى القول بأن المثيل سليولوز يتميز
الى درجة كبيرة بعدم قابليته للاصابة بالفطريات ، وعلى ذلك فانه يوصى
باستخدامه فى لصق أغلفة الكتب والمخطوطات الجلدية .

الطرق البيئية :

ما لا شك فيه أن مقاومة وإبادة الفطريات وغيرها من الكائنات الحية
الدقيقة سواء بالطرق الكيميائية أو بالطرق الطبيعية لها مخاطرها ، الأمر
الذى يجعل طرق المقاومة البيئية من أنسب وأفضل الطرق لوقاية مقتنيات
دور الكتب والأرشيف والوثائق وغيرها من المتاحف الأثرية من أخطار
الاصابة بالكائنات الحية الدقيقة .

وتتلخص طرق المقاومة البيئية فيما يأتى :

١ - ترتبط اصابة الكتب والمخطوطات والوثائق بالكائنات الحية الدقيقة
وخاصة الفطريات بزيادة الرطوبة النسبية فى أجواء دور الكتب
والأرشيف والوثائق التاريخية عن الحد المأمون ، ففرص نمو
الفطريات على مواد مثل الغراء والجلود والرق والورق والبردى وغير
ذلك من المواد العضوية تتزايد بتزايد الرطوبة النسبية . . . بل انه
يمكن القول بأن نمو الفطريات هو دلالة كافية على زيادة الرطوبة
النسبية عن الحد المأمون .

ولقد أثبتت كثير من التجارب أنه يمكن إيقاف نمو الفطريات
إذا ما كانت الرطوبة النسبية فى أجواء دور الكتب والأرشيف
والوثائق لا تزيد عن ٦٥٪ فى حدود درجات الحرارة التى تتراوح
بين ١٦ ، ٢٤ درجة مئوية ، وبهذا تكون هذه النسبة هي الحد

الأعلى المسوح به اذا ما اردنا وقاية الكتب والمخطوطات والوثائق
من أخطار الاصابة بالفطريات .

٣ - أثبتت التجارب أن خزانات العرض والتخزين محكمة الغلق مكمل
عدم تزايد الرطوبة النسبية في أجوائها عن الحد المأمون . ولذلك
فإن الاحتفاظ بالكتب والمخطوطات والوثائق في خزانات محكمة
الغلق يقلل من فرص اصابتها بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية
الدقيقة .

٣ - أثبتت التجارب أن التهوية الجيدة تساعد كثيرا على انضباط
الرطوبة النسبية والاحتفاظ بها في الحدود المأمونة . وعلى ذلك فإن
مداومة تهوية أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية يقلل
من احتمال اصابة الكتب والمخطوطات والوثائق بالفطريات وغيرها
من الكائنات الحية الدقيقة .

٤ - أثبتت التجارب أن الأتربة بالإضافة الى كونها تؤدي الى تشويه
مظهر الكتب والمخطوطات والوثائق فانها تعمل كمنابت للفطريات .
وعلى ذلك فإن مداومة أعمال النظافة يقلل من احتمال اصابة مقتنيات
دور الكتب والأرشيف والوثائق من أخطار الاصابة بالفطريات وغيرها
من الكائنات الحية الدقيقة .

٥ - أثبتت التجارب أن الحموضة الزائدة من أسباب اصابة الكتب
والمخطوطات والوثائق بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية
الدقيقة ، وعلى ذلك فإن ازالة الحموضة الزائدة والاحتفاظ بالكتب
والمخطوطات بعيدا عن تأثير الشوائب الغازية الحمضية في أجواء
المدن الصناعية عن طريق وضعها في خزانات محكمة الغلق يقلل من
احتمالات اصابتها بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

٦ - في حالة دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية الموجودة بالمدن
الساحلية القريبة من البحار حيث يكون الهواء محملا بالرطوبة
والذرات الدقيقة للأملح . وهي من الأسباب الرئيسية لنمو
الفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة ، فإنه من الضروري
وضع الكتب والمخطوطات والوثائق في خزانات محكمة الغلق وعدم
تركها على أرفف مكشوفة . حتى يمكن وقايتها من أخطار الاصابة
بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

٧ - مداومة أعمال التفتيش الدورى على مقتنيات دور الكتب والأرشيف
والوثائق التاريخية للوقوف على حالتها وحتى يمكن عزل الكتب
والمخطوطات والوثائق المصابة وتعقم صالات العرض والمخازن فى
الوقت المناسب .

وفى نهاية الحديث عن عوامل التلف البيولوجى وطرق مقناومها
وابادتها وبعد أن اتضحت لنا الجوانب المختلفة لهذا الموضوع ، أجد أن
خير ما أختتم به هذا الباب هو أن أقدم للقارئ اتجاهات ونتائج الدراسة
القيمة التى أجراها بيلايا (I. K. Belaya) لمعرفة تأثير كل من الأشعة
فوق البنفسجية قصيرة الموجة وبعض المبيدات الفطرية والبكتيرية الشائعة
الاستعمال على الورق ، وذلك حتى نقف على نتائجها ونسترشد بها عند
التصدى لمشكلة اختيار أنسب الطرق وأفضل المواد لآبادة الفطريات
وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة ، بما يكفل عدم تعريض سلامة الكتب
والمخطوطات والوثائق للخطر . . وذلك على النحو التالى :

أولا - تأثير بعض المبيدات الشائعة الاستعمال على الورق :

من الثابت أن المركبات الكيميائية المستخدمة كمبيدات فطرية
وبكتيرية لها تأثيراتها الضارة على أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق .
من حيث كونها تؤدى ليس فقط الى حدوث نقص فى متانة الأوراق المعالجة
بها ، بل انها تتسبب أيضا فى تغير لونها كلما ازدادت قدما .

وعلى ذلك فقد اهتم بيلايا بدراسة تأثير عدد من أكثر المبيدات
استخداما فى عملية آبادة الفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة
وذلك بغرض اختيار أقلها اتلافا للورق .

ومن ناحية أخرى ولما كان بيلايا مهتما بمعرفة مدى التلف الذى
يحدث للأوراق المعالجة بهذه المبيدات الفطرية والبكتيرية كلما زدادت
قدما ، فقد حرص على اجراء عمليات اسراع صناعى فى القدم للأوراق
المعالجة .

ولما كانت قياسات مدى تحمل الورق للطى ودرجة الحموضة هى أكثر
القياسات تعبيرا عن مدى التلف الذى يتعرض له الورق ، فقد قام بيلايا

تجريب حتى يحل الأوراق المعالجة للطي ودرجة حموضتها بعد فترة من
المعالجة . ثم بعد أن أجريت لثبات عمليات اسراع صناعي في القدر .

المبيدات المستخدمة :

١ - الملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات $(C_5H_5Cl_5ONa.nH_2O)$
على صورة محلول مائي بنسب تركيز مختلفة هي : ١ % ، ١٠ % ، ٢٠ % ، ٤٠ % .

٢ - الملح الصوديومي لرباعي الكلوروفينات
 $(C_5H_4Cl_4ONa.nH_2O)$
على صورة محلول مائي بنسبة تركيز ٤٠ % .

٣ - الملح الصوديومي لثلاثي الكلوروفينات $(C_6H_2Cl_3ONa.nH_2O)$
على صورة محلول مائي بنسبة تركيز ١ % .

٤ - هيدروكسي بيفينات الصوديوم $(C_{12}H_8ONa.3H_2O)$
على صورة محلول مائي بنسب تركيز مختلفة هي : ١ % ، ١٠ % ، ٢٠ % ، ٤٠ % .

د - فوسفات اثيل الزئبق
(Ethylmercury phosphate $C_2H_5HgPo_4$)
على صورة محلول مائي بنسبة تركيز ٠.٠٢ % .

٦ - فلوروسيليكات الأمونيوم
(Ammonium fluoro silicate $(NH_4)_2SiF_6$)
على صورة محلول مائي بنسب تركيز مختلفة هي : ١ % ، ١٠ % .

٧ - البيتانافثول
على صورة محلول كحولي درجة تركيزه ٢٥ % .
ولعلاج الورق يؤخذ مليلتران من هذا المحلول ويضاف اليهما ٩٨
مليلترا من الماء ، على أن يرج المحلول الناتج بشدة قبل الاستعمال .

أسلوب العمل : (Experimental procedure)

١ - شبت عينات الورق بمحاليل المبيدات الفطرية والبكتيرية ثم جفقت
في الهواء .

٢ - بعد مرور خمسة أيام على عملية المعالجة أجريت لعينات الورق
قياسات مدى تحملها للطي وقدرت درجة حموضتها .

٣ - للوقوف على مدى التلف الذي تتعرض له الأوراق المعالجة كلما

ازدادت قدما ، أجريت لعينات الورق عمليات اسراع صناعي في
القدم في جو رطب . وذلك لمدة ١٢٠ ساعة عند درجة حرارة ٨٠
درجة مئوية وفي جو رطوبته النسبية ٧٠ ٪ ثم قدر مدى تحملها
للطي وقيست درجة حموضتها .

النتائج :

درجة الحموضة مقدرة بقية الاس الهيدروجيني	التغير في مدى تحمل عينات الورق للطي مقدرا بالنسبة المئوية .	مدى تحمل عينات الورق المعالجة للطي مقدرا بعدد مرات الطي المزدوجة .	المعالجة
٦٦٠		١٥٢	عينة ورق غير معالجة
٧٥٠	نقص بمقدار ١٤٥ ٪	١٣٠	عينة ورق معالجة بمحلول البيتا تافثول نسبة تركيزه ٠.٠٥ ٪ .
٦٣١	نقص بمقدار ٣٤ ٪	١٤٧	عينة ورق معالجة بمحلول من فوسفات اثيل الزئبق نسبة تركيزه ٠.٠٠٢ ٪
٤١٠	زاد بمقدار ٢٦٣ ٪	١٩٣	عينة ورق معالجة بمحلول من فلوروسليكات الامونيوم نسبة تركيزه ٨ ٪ .
٤١٠	زاد بمقدار ٣٨١ ٪	٢١٠	عينة ورق معالجة بمحلول من فلوروسليكات الامونيوم نسبة تركيزه ٠.١ ٪
٩٣٢		—	عينة ورق معالجة بمحلول من هيدروكسي بيفينات الصوديوم نسبة تركيزه ١ ٪ .
٧٥٠	نقص بمقدار ٧٤ ٪	٠٤	عينة معالجة بمحلول من هيدروكسي بيفينات الصوديوم نسبة تركيزه ٠.٠٤ ٪
٨٤٩	نقص بمقدار ٥٦ ٪	٠٦٧	عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومي لثلاثي كلور الفينات نسبة تركيزه ١ ٪ .
٧	نقص بمقدار ٤٣٨ ٪	٠٨٧	عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومي لرباعي كلورو الفينات نسبة تركيزه ٠.٠٤ ٪
٦٨٠	زاد بمقدار ١٨٤ ٪	١٨٠	عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومي خماسي الكلوروفينات نسبة تركيزه ٠.٠٢ ٪
٦٩٠	زاد بمقدار ٦٥ ٪	١٦٢	عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومي خماسي الكلوروفينات نسبة تركيزه ٠.٠٤ ٪

جدول (١) يوضح قياسات مدى تحمل الطي ودرجة الحموضة لعينات مأخوذة من ورق الترشيح .

المعالجة	مدى تحمل عينات الورق المعالجة للطحى مقدرا بعدد مرات الطى المزدوجة .	التأثير فى مدى تحمل عينات الورق للطحى مقدرا بالنسبة المثوية .	ترجئة الحموضة مقدرة بقية الاس الهيدروجينى
عينة ورق غير معالجة	٨٥٨		٤٩٠
عينة ورق معالجة بمحلول من البيتا نافتول			
نسبة تركيزه ٥٠٪ +	٩٨٢	زاد بمقدار ١٠٠٩٪	٤٩٣
عينة ورق معالجة بمحلول من فوسفات			
اثيل الزئبق نسبة تركيزه ٠٠٢٪	١٠١٧	زاد بمقدار ١٤٩٪	٥٣٣
عينة ورق معالجة بمحلول من			
فلوروسليكات الامونيوم نسبة تركيزه			
١٪ +	١٥١٨	زاد بمقدار ٧٩٥٪	٤١٥
عينة ورق معالجة بمحلول من فلوروسليكات			
الامونيوم نسبة تركيزه ٠١٪	١٩٨١	زاد بمقدار ١٣٣٨٪	٤١٥
عينة ورق معالجة بمحلول من هيدروكسى			
بيفينات الصوديوم نسبة تركيزه ١٪ +	٥٧٨	نقص بمقدار ٣٤٣٪	٨٨٥
عينة ورق معالجة بمحلول من هيدروكسى			
بيفينات الصوديوم نسبة تركيزه ٠١٪	٦٩٠	نقص بمقدار ٢٢١٪	—
عينة معالجة بمحلول من هيدروكسى			
بيفينات الصوديوم نسبة تركيزه ٠٤٪	٦٥٠	نقص بمقدار ٢٣٪	٧٣٠
عينة ورق معالجة بمحلول من الملح			
الصوديومى لثلاثى الكلورفينات نسبة			
تركيزه ١٪ +	٧٥٣	نقص بمقدار ١٤٢٪	—
عينة ورق معالجة بمحلول من الملح			
الصوديومى لرباعى كلورو الفينات نسبة			
تركيزه ٠٤٪	١١٤٠	زاد بمقدار ٢٨٧٪	—
عينة معالجة بمحلول من الملح			
الصوديومى خماسى الكلورفينات نسبة			
تركيزه ١٪ +	٧٤٣	نقص بمقدار ١٣٣٪	—
عينة ورق معالجة بمحلول من الملح			
الصوديومى خماسى الكلوروفينات نسبة			
تركيزه ٠٢٪	٨٦٨	نقص بمقدار ٢٪	٦٥٠
عينة ورق معالجة بمحلول من الملح			
الصوديومى خماسى الكلوروفينات نسبة			
تركيزه ٠٤٪	٩٨٠	زاد بمقدار ١٠٧٪	٦٥٠

جدول (٢) يوضح قياسات مدى تحمل الطى ودرجة الحموضة لعينات مأخوذة من ورق الطباعة من نوع (Atkangel'sk)

الدرجة الحوضية مقدرة بقيمة الاس الهيدروجنى السالب	التغير فى مدى تحميل عينات الورق للطى مقداراً بالنسبة المتوية .	مدى تحمل عينات الورق المعالجة للطى مقدراً بعدد مرات الطى المزدوجة .	المعالجة
٥١٩		٣٤٥	عينة ورق غير معالجة
٥١٢	نقص بمقدار ١١٨٪	٣٥٥	عينة ورق معالجة بمحلول من البيتائافتول نسبة تركيزه ٠.٢٪
٤٨٥	زاد بمقدار ٧٣٥٪	٣٦٥	عينة ورق معالجة بمحلول من فوسفات
٣٦٨	نقص بمقدار ١٣٣٪	٣٩٥	اثيل الزئبق نسبة تركيزه ٠.٠٢٪ فلوروسليكات الامونيوم نسبة تركيزه ١٪ .
٣٦٨	زاد بمقدار ١٠١٪	٣٦١	عينة ورق معالجة بمحلول من فلوروسليكات الامونيوم نسبة تركيزه ٠.١٪
٨٣٣	—	—	عينة ورق معالجة بمحلول من هيدروكسى بيفينات الصوديوم نسبة تركيزه ١٪ .
٧٥٥	نقص بمقدار ٢٥٪	٣٥٥	عينة معالجة بمحلول من هيدروكسى بيفينات الصوديوم نسبة تركيزه ٠.٤٪
—	نقص بمقدار ١٧٥٪	٣٨٥	عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومى لثلاثى كلورالفيينات نسبة تركيزه ١٪ .
—	نقص بمقدار ١٦٥٪	٣٨٤	عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومى لرباعى كلورو الفينات نسبة تركيزه ٠.٤٪
٥٦٥	نقص بمقدار ٨٢٪	٣١٢	عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومى خماسى الكلوروفينات نسبة تركيزه ٠.٢٪
٥٦٥	لم يحدث تغير	٣٤٥	عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومى خماسى الكلوروفينات نسبة تركيزه ٠.٤٪

جدول (٣) يوضح قياسات مدى تحمل الطى ودرجة الحوضية لعينات مأخوذة من ورق الجرائد
من نوع (Gorkii)

ومن دراسة النتائج التي انتهى إليها بيلايا تتضح لنا الأمور الهامة التالية :

١ - يتضح من الجداول (١) ، (٢) أن استخدام محلول البيثانافول بدرجة تركيز ٥ر٠٪ قد أدى الى حدوث تلف ملحوظ لعينات الورق المأخوذة من كل من ورق الترشيح وورق الجرائد .

وفي هذا الصدد فقد أشار بيلايا الى أن لون الأوراق المعالجة بمحلول البيثانافول والتي أجريت لها عمليات اسراع صناعي في القدم قد ازداد اصفرارا بمرور الوقت .

٢ - يتضح من الجداول (١) ، (٢) ، (٣) أنه قد حدث نقص في مدى تحمل عينات الورق المأخوذة من ورق الترشيح للطي ، نتيجة لمعالجتها بمحلول من فوسفات اثيل الزئبق نسبة تركيزه ٠٠٢ر٠٪، بينما لم يتأثر مدى تحمل عينات الورق المأخوذة من كل من ورق الطباعة وورق الجرائد للطي نتيجة للمعالجة بهذا المحلول .

وفي هذا الصدد فقد نوه بيلايا الى عدم امكانية اجراء عمليات اسراع صناعي في القدم لعينات الورق المعالجة بمحلول فوسفات اثيل الزئبق ، نظرا لأن فوسفات اثيل الزئبق يتحلل بالحرارة معطيا فلز الزئبق الذي يغطي الورق بطبقة لامعة تشوه مظهره .

٣ - يتضح من الجداول (١) ، (٢) ، (٣) أن استخدام محلول من فلوروسليكات الأمونيوم بدرجة تركيز تتراوح ما بين ٠١ر٠٪ ، ١٪ لا يتلف الأوراق المعالجة ، بل انه يزيد الى درجة ملحوظة من متانتها ، ويتضح هذا من الزيادة الملحوظة في مدى تحمل عينات الورق المعالجة للطي .

٤ - يتضح من الجداول (١) ، (٢) ، (٣) أن استخدام محلول من الملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات بنسب تركيز ٠٢ر٠٪ ، ٤ر٠٪ لا يؤدي الى حدوث تلف ملحوظ لعينات الورق المعالجة .

٥ - يتضح من الجداول (١) ، (٢) ، (٣) أن استخدام محلول من الملح الصوديومي لرباعي الكلوروفينات بدرجة تركيز ٤ر٠٪ لا يؤدي الى حدوث تلف ملحوظ لعينات الورق المعالجة ، وأنه يتساوى في درجة تأثيره على الأوراق المعالجة به مع محاليل الملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات .

٦ - يتضح من الجداول (١) ، (٢) ، (٣) أن محلول الملح الصوديومى لثلاثى الكلوروفينات يعد أكثر أملاح الكلوروفينات اتلافا للورق .

وقد أشار بيلايا الى أن محلول الملح الصوديومى لثلاثى الكلوروفينات يكسب الأوراق المعالجة به لونا أصفرا وأنه يكسبها أيضا رائحة كريهة نفاذة .

٧ - يتضح من الجداول (١) ، (٢) ، (٣) أن محاليل الهيدروكسى بيغينات الصوديوم هى أكثر المبيدات الفطرية والبكتيرية اتلافا للورق ، وإن معدل التلف يزيد كلما زادت درجة تركيز المحلول . وقد أشار بيلايا الى أن لون الأوراق المعالجة يتحول الى اللون الأصفر أثناء عمليات الاسراع الصناعى فى القدم .

ومن هذا فقد انتهى بيلايا الى القول بما يأتى :

(أ) ، جميع المبيدات الفطرية والبكتيرية التى تمت دراسة تأثيراتها على الأنواع المختلفة من الورق لها تأثير متلف ، وإن اختلفت فيما بينها فى درجة الاتلاف .

(ب) يعتبر فلوروسليكات الأمونيوم أقل المبيدات الفطرية والبكتيرية اتلافا للورق .

(ج) محاليل الملح الصوديومى لخماسى الكلوروفينات (٠.٢ ٪ ، ٠.٤ ٪) أقل اتلافا للورق من محاليل البييتانافثول ، وذلك على عكس ما هو شائع يز العاملين فى هذا الحقل .

(د) يعتبر هيدروكسى بيغينات الصوديوم من أكثر المبيدات الفطرية والبكتيرية اتلافا للورق .

(هـ) بالرغم من أن محلول الملح الصوديومى لثلاثى الكلوروفينات لا يؤدى الى حدوث تلف شديد للأوراق المعالجة به ، إلا أنه يجب تجنب استخدامه ، نظرا لأنه يكسب الأوراق المعالجة لونا أصفرا ولأنه يكسبها أيضا رائحة كريهة نفاذة .

الباب الرابع

تطبيقات العلاج والترميم

مقدمة :

تطورت أساليب علاج وترميم مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية تطورا كبيرا في النصف الثاني من القرن العشرين ، وذلك بعد أن توثقت العلاقة بينها وبين علوم الكيمياء والطبيعة والبيولوجيا .

ولقد كان هذا أمرا ضروريا ومنطقيا ، فلم يكن من الممكن أن تتطور أعمال وأساليب العلاج والترميم ما لم يكتسب القارئون بها الخبرة التي تنأى بالمران الطويل وما لم تتوثق الصلة بينهم وبين زعلائهم العديين الذين يقومون عادة بأعمال الصيانة ، وهم بطبيعة دراساتهم وتخصصاتهم القادرون على فحص المقتنيات باستخدام ما يتوفر لديهم من أجهزة شاسية ، وعلى استنباط ما يتناسب مع مادتها وطبيعتها من المواد والأساليب . . . وقد قال في هذا عالم الترميم البولندي المشهور الأستاذ/ماركوني وهو على حق : « ان على المرمم اذا أرادوا التفوق أن يتعلموا كيف يتعاملون مع المشتغلين بالتاريخ والآثار من ناحية ومع المشتغلين بالعلوم المختلفة من ناحية أخرى » .

ومهما اختلفت وجهات النظر في كيفية علاج وترميم مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية فان عمليات العلاج والترميم ليست على أية حال مجرد اصلاح لما يتلف من هذه المقتنيات ، بل هي عمليات ذات طبيعة خاصة لها أصولها وتقاليدها ولا بد أن تمارس من منطلق الخبرة الواسعة والدراية الكاملة بطبيعة وخصائص النوعيات المختلفة من المقتنيات والا فقدت عمليات العلاج والترميم الغرض منها ، وكم أضاع العلاج والترميم الخاطيء وثائق هامة ومخطوطات نادرة .

وانطلاقا من هذا لابد أن تتلاءم وتنوع عمليات العلاج والترميم حسب نوعية وخصائص الحالة المطلوب علاجها وترميمها من حيث مادتها وشكلها ومظهرها وسماتها الفنية ، وذلك على اعتبار أن الوثيقة أو المخطوطة ليست كيانا ماديا مجردا من المحتوى الفكرى والفنى والحضارى .

وعلى أية حال فقد ترسخت مع الزمن وبالممارسة مبادئ عامة تحكم عمليات العلاج والترميم لابد وأن يضعها العاملون فى هذا الحقل نصب أعينهم ونلخصها فيما يلى :

١ - عدم القيام بأعمال العلاج والترميم التى يترتب عليها محو أو تغيير أو تشويه أو طمس الخصائص المادية أو المعنوية للوثيقة أو المخطوطة من حيث الشكل والمظهر والسمات الفنية ونوعية الكتابات والأحبار المستخدمة فيها .

٢ - عدم القيام بأعمال العلاج والترميم التى قد تؤدى الى اضعاف أو الاضرار بمادة الوثيقة أو المخطوطة .

٣ - عدم الافراط فى عمليات العلاج والترميم والاكتفاء بالقدر الضرورى منها لضمان بقاء الوثيقة أو المخطوطة .

٤ - القيام بأعمال العلاج والترميم بالكيفية والطريقة التى تسهل معها التفرقة بين الأجزاء المرممة والأجزاء غير المرممة من الوثيقة أو المخطوطة .

٥ - يجب استخدام مواد العلاج والترميم التى تسهل ازالتها دون الاضرار بالوثيقة أو المخطوطة وذلك عندما يراد تعديل أسلوب وطريقة الترميم .

٦ - لما كانت الأهداف المنشودة من جميع أعمال العلاج والترميم هى الإبقاء على الوثائق والمخطوطات وغيرها من مقتنيات دور الكتب والأرشيف الى ما لا نهاية فلسوف يكون من الضرورى فى هذه الحالة اختيار مواد العلاج والترميم التى تكفل هذا الاستمرار وبحيث لا تتفاعل كيميائيا مع مادة الوثيقة أو المخطوطة بطريقة تؤدى الى الاضرار بها . وانطلاقا من هذا يجب عدم الافراط فى استخدام اللدائن الصناعية لحداثه العهد بها ولعدم وقوفنا حتى الآن على حقيقة التغيرات الكيميائية والطبيعية التى قد تحدث لها مع الزمن . ولعله يكون من الأفضل استخدام المواد الطبيعية والخامات التى تنتج بمواصفات محددة خصيصا لعمليات العلاج والترميم .

بقيت كلمة أخيرة سوف اطرح فيها تصورى عن الهيكل التنظيمى لمرافق الصيانة والعلاج والترميم فى دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ، وذلك من حيث نوعية المعامل والأقسام التى يجب أن تشتمل عليها هذه المرافق ومن حيث التخصصات الواجب توافرها ٠٠ وأرى أن تشتمل مرافق أو مراكز الصيانة والعلاج والترميم على المعامل أو الأقسام الآتية :

١ - قسم لتسجيل المقتنيات المطلوب صيانتها وعلاجها وترميمها ليكون بمثابة أرشيف علمى لأعمال الصيانة والعلاج والترميم ٠ ومن الطبيعى أن يشتمل هذا القسم على معمل للتصوير الفوتوغرافى كامل التجهيزات ٠

٢ - معمل بيولوجى لمقاومة وإبادة الحشرات والكائنات الحية الدقيقة التى تصيب المقتنيات بالتلف ٠٠ ومن الطبيعى أن يقوم هذا المعمل بجانب الأعمال التنفيذية بإجراء الدراسات والبحوث العلمية الميدانية التى تكفل استخدام أفضل المبيدات الحشرية والفطرية والبكتيرية واستنباط أنسب وسائل المقاومة والإبادة ٠

٣ - معمل للتحاليل بالطرق الكيميائية تكون مهمته الأساسية التعرف على المواد التى تتكون منها الوثائق والكتب والمخطوطات والوقوف على التغيرات الكيميائية التى تحدث لهذه المواد نتيجة لتعرضها أو وقوعها تحت تأثير عوامل التلف المختلفة ٠

ومما لا شك فيه أن هذه التحاليل أو الدراسات سوف تفيد كثيرا فى عملية الربط بين مسببات التلف والنتائج المؤدية اليها . الأمر الذى يساعد كثيرا على تهيئة الظروف المناسبة لحفظ وصيانة هذه المقتنيات ٠٠ وبالإضافة الى ذلك فإن معرفة المواد الداخلة فى تركيب وثيقة أو مخطوطة ما ، سوف يكفل اختيار مواد العلاج والترميم المناسبة لها ٠

٤ - معمل للفحص والتحليل بالطرق الفيزيائية تكون مهمته الأساسية التعرف على التغيرات الفيزيوية - كيميائية التى تحدث للمواد المصنوعة منها مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية نتيجة لتعرضها لعوامل التلف ٠

وأرى أن يشتمل هذا المعمل على أجهزة قياس مدى تحمل الألياف للشد أو المط ومدى تحملها للحرارة وللرطوبة ، فضلا عن أجهزة قياس درجة الحموضة ودرجة التبلر ومعدلات الفحص الميكروسكوبى وأجهزة قياس الخصائص الضوئية ٠

٥ - قسم أو معمل للعلاج والترميم تكون مهمته القيام بأعمال التنظيف والتبييض والتنقية وإزالة البقع والتقوية والإصلاح اليدوى أو الميكانيكى .

٦ - قسم للتجميع والتجليد .

أما فيما يختص بنوعية التخصصات الواجب توافرها فى مراكز الصيانة والعلاج والترميم ، فاننى أرى أن يلتحق بالمعامل والأقسام المختلفة الأعداد الكافية من التخصصات الآتية :

١ - خريجو كليات العلوم من التخصصات الآتية :

طبيعة - كيمياء - كيمياء ونبات - كيمياء وحشرات - ميكروبيولوجى

٢ - خريجو الكليات والمعاهد الفنية من التخصصات الآتية :

طباعة - تصوير - زخرفة - تصوير فوتوغرافى .

٣ - خريجو المدارس الثانوية الصناعية أو مراكز التدريب المهنى من التخصصات الآتية :

الطباعة - الزخرفة - التجليد - الدباغة .

٤ - عمال مهرة من ذوى الخبرة فى مجال العمل .

ومن الطبيعى بل من الضرورى أن تعمل جميع هذه المعامل أو الأقسام كوحدة واحدة وبروح الجماعة حتى يمكن بذلك خلق مدرسة لها أسلوبها الخاص ، وحتى يمكن تحقيق التكامل بين التخصصات العاملة فيها بما يكفل المحافظة على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية، تلك المقتنيات التى تشكل جزءا غاليا وعزيزا من التراث الثقافى والحضارى للبشرية .

الفصل الأول

علاج وترميم الورق والبردى

علاج وترميم الورق

الهدف الأساسى من عمليات العلاج والترميم هو استعادة الأوراق القديمة للمتانة والمرونة التى فقدتها مع الزمن نتيجة لتعرضها لعوامل التلف المختلفة وإصلاح ما بها من تمزقات دون أن يترتب على ذلك محو أو تغيير أو تشويه أو طمس الخصائص المادية أو المعنوية للوثيقة أو المخطوطة أو الكتاب .

وحسب المبادئ التى استقرت فى مجال علاج وترميم الكتب والمخطوطات والوثائق فإن عمليات العلاج والترميم لا تتضمن عملية استكمال النقوش والكتابات .

ويشتمل علاج وترميم الكتب والمخطوطات والوثائق على عدة عمليات أساسية هى :

- ١ - فصل الأوراق الملتصقة .
- ٢ - تثبيت النقوش والكتابات .
- ٣ - تنظيف الأوراق من المواد العالقة بها .
- ٤ - إزالة البقع .
- ٥ - التبييض والتنقية .
- ٦ - إزالة الحموضة الزائدة .
- ٧ - الضتل والتقوية بالطرق اليدوية والميكانيكية .
- ٨ - إصلاح التمزقات وتكملة الأجزاء الناقصة .

- ٩ - اظهار الكتابات الباهتة في حالات خاصة .
وسوف نتناول فيما يلى هذه العمليات بالتفصيل .

أولا - طرق فصل الأوراق الملتصقة

تلتصق أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق بعضها ببعضها البعض الآخر فى بعض الأحيان نتيجة لوقوعها تحت تأثير الرطوبة الجوية الزائدة أو نتيجة لاصابتها ببعض الأنواع من الكائنات الحية الدقيقة وخاصة الفطريات .

ويتبع لفصل مثل هذه الأوراق بعضها عن البعض الآخر عدة طرق تختلف باختلاف نوعية الأوراق وحالتها وقوة أو مدى التصاقها ونلخصها فى الخطوات التالية :

١ - فى حالة ما اذا كانت الأوراق ملتصقة بعضها البعض الآخر جزئيا يقوم المعالج بالقبض بشدة على كعب الكتاب أو المخطوطة أو على طرف من أطراف الأوراق الملتصقة ثم يقوم بشنى الكتاب برفق الى الأمام وإلى الخلف ٠٠ وسوف تؤدي هذه العملية الى زحزحة الأوراق الملتصقة بعضها عن البعض الآخر ، مما يسهل فيما بعد عملية فصلها .

٢ - فى الحالات التى تظل فيها الأوراق ملتصقة بعضها البعض الآخر جزئيا يقوم المعالج بادخال مشرط أو سكين من السكاكين التى تستخدم فى مزج الألواح (بالته) بين الصفحات ويدفعها برفق وحذر حتى تنفصل .

٣ - فى الحالات التى لا تجدى فيها هذه الطرق اليدوية الجافة تعرض الأوراق الملتصقة لبخار الماء أو توضع فى صندوق محكم الغلق درجة رطوبته النسبية ١٠٠٪ لمدة أربع ساعات ، وبعدها تفصل الأوراق باستخدام مشرط أو سكين بالته أو أية أداة أخرى مناسبة .

٤ - فى حالات أخرى وخاصة عندما تكون الأوراق مصنوعة من الخرق البالية تفصل الأوراق الملتصقة بأن يوضع فوقها ورق نشاف مندى بالماء ثم تمرر فوقه مكواه ساخنة للدرجة المناسبة ولمدة تكفى لأن يتخلل بخار الماء الأوراق الملتصقة ويشبعها ٠٠ يلى ذلك فصل الأوراق باستخدام مشرط أو سكين بالته ٠٠ وقد يتطلب الأمر تثبيت النقوش والكتابات قبل البدء فى هذه العملية .

وفى جميع هذه الحالات يجب أن يراعى المعالج أو المرمم الحذر الشديد حتى لا تتلف الأوراق أو يضيع بعض ما عليها من كتابات أو نقوش .

ثانيا - تثبيت النقوش والكتابات

من المعروف أن أقدم المواد التى استخدمت فى الكتابة هى حبر الكربون الذى كان يحضر بمزج السناج مع وسيط من الصمغ أو انغراء . . . وقد استخدم هذا النوع من الأحبار فى مصر القديمة للكتابة به على الخشب والفخار والعظام والبردى . . . ومن حسن الحظ أن هذا النوع من مواد الكتابة لا يتأثر بالمواد الكيميائية القاصرة للألوان أو بأشعة الشمس ، ولعل هذا هو السبب فى أن النصوص المصرية القديمة المكتوبة على أوراق البردى قد وصلت إلينا فى حالة جيدة مهما كانت الحالة التى صارت إليها هذه البرديات ، إلا أنه فى نفس الوقت يتأثر بدرجة كبيرة بالماء وبخاصة عند استخدامه فى الكتابة على الورق ، وذلك لتأثير الماء على الوسيط .

وهناك نوع آخر من مواد الكتابة - يرجح أنه استعمل فى القرن الثانى قبل الميلاد أو قبل ذلك بقليل - يعرف باسم حبر الحديد . . . وقد كان هذا النوع من الأحبار يحضر بإضافة كمية صغيرة جدا من الحديد إلى منقوع ثمار « جوزة العفص » (Gall nuts) وقد ثبت بالتحليل الكيميائى أن منقوع هذه الثمار يحتوى على حمض الجالوتانيك (Galloytannic acid) ويمكن الكشف عن هذا النوع من مواد الكتابة بالتجربة الآتية :

١ - يبلل جزء صغير من الكتابة فى أحد الأركان بنقطة من محلول مخفف جدا من حمض الخليك (١ ٪) .

٢ - يمتص الحبر بعد ذوبانه بقطعة صغيرة من ورق النشاف ثم يضاف إليه على الفور نقطة من محلول ١ ٪ من حديدو - سيانيد البوتاسيوم (Potassium ferro cyanide)

وعندما يتكون اللون الأزرق البروسى فإنه يكون دلالة على وجود هذا النوع من مواد الكتابة . والواقع أن هذا النوع من الأحبار يفقد وضوحه ويبهت بتأثير أشعة الشمس ، كما أنه يتأثر بالمواد الكيميائية القاصرة للألوان (Bleaching materials) ولذا السبب يجب معالجته سواء عند عرضه أو تخزينه أو عند علاج وترميم المخطوطات والوثائق التى استخدم فيها .

وبالإضافة الى ذلك توجد أنواع أخرى من مواد الكتابة التى استخدمت قديما ، وعلى سبيل المثال المواد التى كانت تستخرج من بعض الأسماك أو بعض الحشرات ٠٠ وهذه الأحبار بالذات سريعة الذوبان فى الماء ، كما أنها سريعة التأثير بأشعة الشمس والمواد الكيميائية القاصرة للألوان الأمر الذى يحتم معالجتها سواء عند العرض أو التخزين أو عند علاج وترميم الوثائق التى استخدمت فيها ٠

ولما كانت معظم مواد الكتابة التى استخدمت قديما يتأثر بالماء أو عند وجوده تحت تأثير أجواء عالية الرطوبة فضلا عن تأثرها بأشعة الشمس ، فانه من الضرورى علاجها وتثبيتها ٠

وتجرى عملية التثبيت عن طريق مس الكتابات بحذر ورفق بواسطة فرشاة رفيعة مبللة بأحد المحاليل الآتية :

١ - محلول مادة خللات الفينيل المبلرة (Polyvinyl acetate)

الذائبة بنسبة ٢ ٪ فى الأسيتون أو فى مزيج من المذيبات العضوية مكون من الأسيتون والكحول الايثيل والبنزول بنسب متساوية ٠

٢ - محلول مادة البىداكريل (Polymethylmethacrylate) الذائبة

بنسبة ٢ ٪ فى مزيج من المذيبات العضوية مكون من الزيلين والأسيتون والكحول الايثيل بنسب متساوية ٠

٣ - محلول من مادة الكلاتون ج أ (CALATON CA) وهو يتركب من

النايلون القابل للذوبان (Normal hydroxy methyl nylon)

الذى يحضر بعلاج النايلون بالفورمالدهيد - الذائب بنسبة ٥ ٪ فى الكحول الايثيل المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠ ٪ ٠

٤ - محلول من مادة الكلاتون ج ب (CALATON CB) الذائبة بنسبة

٥ ٪ فى الكحول الايثيل المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠ ٪ ٠

ويحضر محلول الكلاتون ج أ والكلاتون ج ب بإضافة الوزن المطلوب

من أى منهما الى القدر المناسب من الكحول الايثيل المضاف اليه الماء بنسبة

٣٠ ٪ ثم يجرى تسخينها على حمام مائى درجة حرارته ٦٠ درجة م مع

• مداومة التقليب الى تمام الذوبان ويلاحظ أن محلول هاتين المادتين يصبح هلامى القوام فى درجة الحرارة العادية ولكنه يعود لندوبان ثانية عند اعادة تسخينه الى درجة حرارة ٤٠ درجة م ، ولذلك فانه يجب أن يحفظ دافئا أو ساخنا طوال مدة استخدامه فى العلاج .

وهذه المحاليل تكون بعد جفافها غشاء متداخلا فى طبقة الكتابة له الخواص الآتية :

- درجة عالية من المرونة .
- النفاذية لبخار الماء .
- لا يكسب الكتابات المعالجة به لمعانا .

ثالثا - تنظيف الأوراق من المواد العالقة

تتوقف الطريقة التى تتبع فى تنظيف الأوراق من المواد العالقة على حالة الورق وطبيعة المواد المستخدمة فى الكتابة ومدى تأثرها بالمحاليل المائية وعلى نوعية المواد العالقة .

وبصفة عامة تستخدم عادة عدة طرق لتنظيف الأوراق من المواد العالقة بها والتى تؤدي ليس فقط الى تشويه مظهرها ولكنها أيضا تشجع كثيرا من الحشرات والكائنات الحية الدقيقة على اصابتها ، وهذه الطرق هى :

التنظيف الجاف :

ولو أن هذا النوع من التنظيف لا يكون ضروريا فى كثير من الأحيان إلا أنه يكون لازما فى حالات أخرى عديدة ، حيث يجب ازالة ما بالأوراق من آثار الأقلام أو مما قد يكون عالقا بها من فطريات أو بويضات الحشرات أو حينما يكون مطلوبا ازالة بعض البقع التى تتطلب استخدام نوع أو آخر من المذيبات العضوية كالكحول أو الأسيتون أو فى الحالات التى تتأثر فيها مواد الكتابة بالماء .

ويستخدم فى عملية التنظيف الجاف الأنواع المناسبة من المشارط

والفرش وأدوات ازالة آثار الاقلام .. أما فى حالة استخدام المذيبات العضوية فيجرى العمل عن طريق مس الأماكن المطلوب تنظيفها بفرشاة ناعمة مبللة بالمذيب على أن يوضع تحت الأوراق التى يجرى تنظيفها بالمذيبات العضوية أوراق تشاف لامتنصص المذيب وما يحمله من مواد ذائبة حتى لا ينتشر المذيب فى المناطق المجاورة للأماكن الملوثة .

وفى الحالات التى لا يجرى فيها التنظيف الجاف يمكن اتباع احدى الطريقتين الآتيتين اذا لم تكن مواد الكتابة من النوع الذى يتأثر بالماء أو بالمحاليل المائية .

التنظيف بالماء :

فى هذه الطريقة تغمر الأوراق المراد تنظيفها فى حمام من الماء البارد أو الدافئ لمدة نصف ساعة على الأقل مع مداومة هز الوعاء الذى تجرى فيه عملية التنظيف .. ومن الضرورى عند رفع الأوراق من الماء بعد تنظيفها عدم الامساك بها من الأركان أو بالأصابع بل يجب تجهيز حوامل بمقاس هذه الأوراق من البولى اثيلين أو بعض أنواع من الورق المقوى المصقول لاستعمالها فى رفع الأوراق من الماء وذلك بوضعها فوق الأوراق المراد رفعها من الماء وضغطها براحة اليد حتى يلتصقا معا ثم يرفعا سويا الى المكان المعد للتجفيف وبعدها ترفع الحوامل وهى ما زالت مبتلة .. ويراعى عند رفع الحوامل أن تكون موازية لسطح الأوراق وذلك حتى يمكن تقليل الشد الناتج عن عملية فصل الحوامل الى أقل قدر ممكن ، وبذلك لا تتهتك الأوراق المنظفة .

التنظيف بالماء والصابون :

يستخدم التنظيف بالصابون فى الحالات التى لا يكفى فيها الماء لازالة العوالق السطحية أو المتداخلة بين ألياف الورق .. وتعتمد عملية التنظيف باستخدام الصابون على أمرين هما :

الأول : تحويل المواد الدهنية سواء كانت على هيئة بقع أو كانت على صورة غشاء يغلف جسيمات المواد العالقة بالأوراق الى مستحلبات أو

الى مواد قابلة للذوبان فى الماء عن طريق تفاعلها مع هيدروكسيد
الصوديوم أو البوتاسيوم الناتج عن تميؤ الصابون .

الثانى : تخفيض الشد السطحي للماء بحيث يمكن أن يبلل كل
دقائق الجسم وبذلك يجذب كل المواد العالقة ويزيلها كما هى معلقة فى
الرغوة أو بعد تحويلها الى مواد ذائبة .

ومن الضرورى استخدام الماء اليسر فى عملية التنظيف باستخدام
الصابون وذلك على أساس أن الصابون يتجنب فى حالة استخدام الماء العسر
(Hard Water) الذى يحتوى على أملاح ذائبة من أملاح الكالسيوم أو
المغنسيوم نتيجة لتكون صوابين غير قابلة للذوبان فى الماء
هذا لا يقلل فقط من فعل الصابون بل انه يعقد عملية الغسيل بتداخل
هذه المواد اللزجة فى مسام الأوراق .

وتجرى عملية التنظيف باتباع الخطوات الآتية :

١ - توضع الأوراق المراد تنظيفها على الواح من الزجاج ثم تبلل بالماء .

٢ - يؤخذ على طرف فرشاة ناعمة ومبتلة كمية صغيرة من الصابون ،
وتجرى عملية التنظيف بحرص شديد بإجراء حركة دائرية بطرف
الفرشاة على مساحة صغيرة من الورق الى أن يتم تنظيفها ثم ينتقل
العمل بعد ذلك الى مساحة أخرى الى أن ينتهى العمل من جميع
الاماكن التى تتطلب التنظيف .

٣ - بعد اتمام عملية التنظيف تنقل الأوراق وهى على الواح الزجاج الى
حوض به ماء جار وتظل به حتى تتخلص من بقايا الصابون
وبعد ذلك تنقل لتجف فى المكان المعد لذلك بالطرق السابق الإشارة
اليها .

رابعاً - ازالة البقع

تتطلب عملية ازالة البقع من الأوراق القديمة أن يكون القائمون بها
على دراية بالكيمياء ، وذلك على أساس أن عملية ازالة البقع تستلزم
تحديد نوع الورق وحالته وتحديد نوعية البقع والمواد التى تسببت فيها

والتغيرات التي طرأت عليها ، وكذلك المواد الكيميائية اللازمة لعملية ازالة البقع وخواصها ومدى تأثيرها على الورق ، وايضا الاحتياطات الواجب مراعاتها والحدود التي يجدر الوقوف عندها وخاصة عندما تكون الاوراق قد فقدت الكثير من ليونتها وصلابتها . مع مرور الزمن .

ولكل هذه الاعتبارات فان عملية ازالة البقع لا يصح القيام بها بطريقة روتينية ، بل يجب القيام بها اعتمادا على نتائج ما يجب اجراؤه من تجارب وبعد تحديد ما يتناسب والحالة موضوع العلاج .

وفي حالات كثيرة يضطر القائمون بهذا العمل الى الموازنة بين سلامة الكتب والمخطوطات والوثائق وبين ازالة ما بها من بقع . . . وحيث أن المواد التي تسبب في تبقع الورق يتغير تركيبها الكيميائي مع مرور الزمن - وربما تتحول الى مواد غير قابلة للذوبان - فانه يجب ازالة ما قد يستجد من بقع بمجرد حدوثها . . . على أن ازالة البقع من الاوراق القديمة تتطلب صبرا طويلا وخبرة كبيرة وحرصا بالغا وخاصة اذا كانت الاوراق مزينة بالألوان والنقوش . . . ويتوقف نجاح عملية ازالة البقع على كيفية استخدام المحاليل الكيميائية . اذ أن استخدامها بقدر أكثر من اللازم يؤدي الى إنتشار هذه البقع في الأماكن المجاورة لها ، ولذلك يجب أن تفرد الاوراق المراد ازالة ما بها من بقع على ألواح من الزجاج مغطاة بورق من النشاف وتوضع المحاليل الكيميائية المستخدمة في ازالة البقع في سحاحات حتى يمكن استخدامها نقطة بنقطة تلافيا لانتشار البقع .

وبصفة عامة يجب أن تراعى الاعتبارات الآتية :

١ - عدم استخدام محاليل الأحماض القوية - وهي بالتحديد أحماض الهيدروكلوريك والكبريتيك والنيتريك - في ازالة البقع موضعيا او محليا من أى نوع من أنواع الورق .

٢ - عدم استخدام محاليل مركزة من المواد القلوية القوية في ازالة البقع موضعيا من أى نوع من أنواع الورق .

٣ - ضرورة ازالة آثار المواد الكيميائية المستخدمة في ازالة البقع وذلك بغمر الاوراق المعالجة في ماء جار لمدة عشرين دقيقة على الأقل .

وفيما يلي تقدم لنفاى- حصرا اجائيا لأنواع البقع الشائع تبقع الأوراق بنا والمواد الكيميائية التى يمكن استخدامها فى كل حالة :

بقع الشموع :

يزال الجزء المتراكب على سطح الورق باستخدام مشرط أو سكين أو أية أداة أخرى مناسبة ، أما الجزء الذى تشربه الورق فيزال بالبنزين . على أن يوضع تحت موضع البقعة قطعة من ورق النشاف لامتصاص البنزين حتى لا ينتشر الشمع فى الأماكن المجاورة .

وتوجد طريقة أخرى توضع فيها الأوراق المراد إزالة ما بها من بقع شمعية بين فرخين من ورق النشاف ثم تسخن الأماكن المبقعة بمكواه كهربية محماة لدرجة الحرارة المناسبة ، فينتصهر الشمع ويتشربه ورق النشاف .

بقع الزيوت والدهون والقطران :

ويستخدم لازالة هذه البقع المواد الآتية :

- ١ - ثلاثى كلوريد الاثيلين .
- ٢ - ثنائى كلوريد الاثيلين .
- ٣ - المورفولين .
- ٤ - البيريدين النقى .

ويفضل وضع الجزء الملوث بهذه البقع بين ورقتين من النشاف أو وضع بعض من بودرة التلك فوق البقعة وذلك لمنع انتشارها فى الأماكن المجاورة أثناء ازلتها .

البقع الناتجة من افراقات الذباب وغيره من الحشرات :

يستخدم لازالة هذه البقع المواد الآتية :

- ١ - فوق اكسيد الهيدروجين (ماء الاكسيجين) ١٠ حجوم ٠٠ ويضاف اليه مثل حجمه كحول نقى أو أثير .
- ٢ - محلول من الكلورامين (ت) بنسبة ٢٪ مع الماء .

بقع الشاي والقهوة :

يستخدم لازالة هذه البقع المواد الآتية :

- ١ - محلول من فوق بورات البوتاسيوم بنسبة ٢٪ مع الماء .
وتعرض الأماكن المعالجة للشمس بعد ذلك لمدة ساعة ٠٠ ويتعين عند استخدام هذا المحلول غسل الأماكن المعالجة بالماء بعد انتهاء العمل أو عند ملاحظة أى نوع من أنواع التلف أثناء العمل .
- ٢ - فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأكسيجين) ١٠ حجوم ويضاف اليه مثل حجه كحول نقي أو أثير .

بقع صدا الحديد :

يستخدم لازالة هذا النوع من البقع المواد الآتية :

- ١ - محلول من حمض الأوكساليك درجة تركيزه ١ ٪ .
- ٢ - محلول من حمض الخليك درجة تركيزه ١ ٪ .
- ٣ - محلول مخفف من حمض الهيدروفلوريك ٠٠ وهذا الحمض مفيد جدا فى ازالة الصدا ٠٠ وفى حالة استخدامه يجب وضع الأوراق فوق لوح من الخشب أو البلاستيك حيث أنه يذيب الزجاج .

بقع الأحبار والمواد الصابغة :

نظرا للاختلاف الكبير فى التركيب الكيميائى للأحبار والمواد الصابغة فانه من الضرورى التعرف على نوعية المادة المسببة للبقع قبل البدء فى عملية ازالتها حتى يمكن تلافى الأضرار التى قد تحدث للأوراق المعالجة نتيجة لاستخدام المواد الكيميائية غير المناسبة .

وفيما يلى سوف نتناول الطرق التى يمكن بواسطتها التعرف على النوعيات المختلفة من الأحبار والمواد الصابغة الشائع تبقع الكتب والمخطوطات والوثائق بها والطرق والمواد المستخدمة لازالتها .

(أ) طرق التعرف على الأحبار والمواد الصابغة :

الأسلوب الوحيد المناسب للتعرف على الأحبار والمواد الصابغة السى تسبب فى تبقع اوراق الكتب والمخطوطات والوثائق هو ذلك الأسلوب الذى يتضمن التفاعلات التى تجرى فى نطاق مساحة البقعة ، وهو الأسلوب الذى يطلق عليه اسم التحليل الموضعى أو المحلى (Spot analysis)

وتجرى عملية التحليل الموضعى باستخدام أنابيب شعرية دقيقة تؤخذ بواسطتها المحاليل الكيميائية الكاشفة وتوضع فوق البقعة المراد التعرف على نوعية المادة المسببة لها وبحيث لا تغطى مساحة أكبر من مساحة البقعة . . وتراقب التفاعلات الكيميائية بين المحاليل الكاشفة وبين المواد المسببة للبقع بواسطة عدسة مكبرة .

وبالإضافة الى أسلوب التحليل الموضعى فإنه يمكن التعرف على نوعية الأحبار والمواد الصابغة المسببة للبقع عن طريق التحليل بالأسلوب الذى يطلق عليه اسم الوهج الضوئى (Luminescence analysis)

ويستخدم فى عملية تهيج الأحبار والمواد الصابغة الأخرى لمبات خاصة من النوع المعروف باسم (Mercury-Quartz Lamp PRK-4) وهى مزودة بمرشح خاص يسمح فقط بالمرور للأشعة فوق البنفسجية . . وتجرى عملية التحليل فى غرفة مظلمة تماما .

وقد قام مركز الصيانة والترميم الملحق بمكتبة ليننجراد بالاتحاد السوفيتى بدراسة قيمة للتعرف على الأحبار والمواد الصابغة التى يشاء تبقع أوراق الكتب والوثائق والمخطوطات بها ، يهمنى أن أضعها بين يدي القارئ لأهميتها الفائقة ، وذلك على النحو التالى :

العدد	العبر أو المادة الصابغة	لون بقعة العبر أو الصبغة على الزرق	حمض انكريتيك ٢٪	حمض الهيدروكلوريك ١٠٪	محلول هيدروكسيد الصوديوم ١٠٪
١ -	تجروسين قابل للذوبان في الماء	اسود	لا يتغير	لا يتغير	يصير اللون أكثر بهتاناً
٢ -	اسود حمضى	اسود مائل الى الزرقة	لا يتغير	لا يتغير	يصير اللون أكثر بهتاناً
٣ -	ميشيلين ازرق	ازرق	ازرق فاتح	ازرق فاتح	لا يتغير
٤ -	بنفسجى قاعدى	بنفسجى ناصع	تغير لخطى الى الاصفر ثم الى الأخضر واخيرا الى الاصفر	يصير اللون أكثر بهتاناً او يتحول الى الازرق	لا يتغير
٥ -	اخضر حمضى	اخضر باهت	يتغير ببطء وبالتدرج الى الاصفر	يتحول أولا الى اللون الرمادى ثم الى الاخضر الباه	يفسح اللون
٦ -	اخضر قاعدى لامع	اخضر لامع	تغير لخطى الى اللون الاصفر ثم الى البوتقالى	يتغير الى اللون الاصفر	يصير اللون فاتحاً وأكثر بهتاناً
٧ -	احمر حمضى لامع	احمر لامع	لا يتغير	لا يتغير	يصير اللون أكثر بهتاناً او ينطمس
٨ -	احمر حمضى من نوع	احمر	يتغير تدريجياً ويبطء الى اللون الاصفر	يصير اللون أكثر غمقاناً ومائلاً الى الزرقة	لا يتغير
٩ -	الايبوسين	احمر	يتغير تدريجياً الى اللون الاصفر اللامع	يتغير الى اللون الاصفر	يصير اللون أكثر بهتاناً

محلول هيدروكلوريد الأمونيوم	محلول كلوريد النصديروز ٤% + حمض الهيدروكلوريك بنسبة ١ : ١	محلول حمض الأوكساليك ٥ %	محلول هيدرو - كبريتيت الصوديوم ٥%	محلول هيبوكلوريت الكالسيوم ٢%
يصير اللون أكثر بهتاناً	لا يتغير	لا يتغير	يصير اللون أكثر بهتاناً	يزول اللون أو يترك أثاراً صفراء باهتة
لا يتغير	يتحول إلى اللون القرمزي	لا يتغير وربما يصير اللون أكثر بهتاناً	يتغير إلى اللون القرمزي	يزول اللون أو يتغير إلى القرمزي الباهت
—	يزول اللون (بالاختزال)	يصير اللون أكثر بهتاناً	يزول اللون لحظياً و (بالاختزال)	يصير اللون اللبني وضوحاً
لا يتغير	يتغير إلى اللون التركوازي	يتغير إلى اللون الأزرق	لا يتغير	يزول اللون وربما تبقى آثار طفيفة
يزول اللون لحظياً	يتحول إلى اللون الاصفر المائل إلى الأخضر (بالاختزال)	لا يتغير	يزول اللون	يزول اللون وربما تبقى آثار طفيفة
لا يتغير	يتغير تدريجاً إلى اللون الاصفر الفاتح	يصير اللون باهتاً وربما يتحول إلى اللون التركوازي المتسخ	يصير اللون أكثر بهتاناً	يزول اللون وربما تبقى آثار طفيفة
يزول اللون أو ينطمس	يزول اللون	يصير اللون أكثر بهتاناً	يزول اللون أو يبهت	يزول اللون وربما تبقى آثار طفيفة
	يزول اللون وربما تبقى آثار طفيفة	لا يتغير	يتحول إلى لون قرمزي باهت أو يبهت	يصير اللون أكثر بهتاناً
يبهت اللون أو ينطمس	يميل إلى الاصفراد	يبهت أو يميل إلى الاصفراد	—	يبهت أو يزول إذا كان رطباً

جدول يوضح التغيرات التي تحدث في ألوان الأحبار والمواد
الصابغة الشائعة تبقي أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق بها عند
معالجتها بالمحاليل الكيميائية الكاشفة من أحماض وقلويات ومواد مؤكسدة
ومواد مختزلة .

الأخبار والمواد الصابغة	المحاليل الكيميائية الكاشفة	التغير الذي يحدث في لون المواد الصابغة •
<u>الأخبار والمواد الصابغة</u> <u>الزرقاء والبنفسجية</u>		
١ - Methylene blue الثيلين الأزرق	محلول من كلوريد القصديروز المضاف اليه حمض الهيدرو - كلوريك •	يزول اللون ثم يعود اللون الأزرق ثانية بالتدريج •
٢ - Basic violet البنفسجي القاعدي	محلول من كلوريد القصديروز المضاف اليه حمض الهيدرو - كلوريك •	يتحول الى اللون التركوازي ثم يعود اللون الأصلي بالتدريج
<u>الأخبار والمواد الصابغة السوداء</u>		
١ - Nigrosine, Water Soluble التجوسين القابل للذوبان	محلول من كلوريد القصديروز المضاف اليه حمض الهيدرو - كلوريك •	لا يتغير
٢ - Acid Black الأسود الحمضي	محلول من كلوريد القصديروز المضاف اليه حمض الهيدرو - كلوريك •	يتغير الى اللون القرمزي ثم الى اللون الأصفر •
<u>الأخبار والمواد الصابغة الخضراء</u>		
١ - Acid Green الأخضر الحمضي	محلول حمض الهيدروكلوريك ١٠٪ •	يتغير الى اللون الرمادي يعود اللون الأخضر بالتدريج
٢ - Basic bright green الأخضر القاعدي اللامع	محلول حمض الهيدروكلوريك ١٠٪ •	يتغير الى اللون الأصفر لا يتغير
<u>الأخبار والمواد الصابغة الحمراء</u>		
١ - Acid bright red الأحمر الحمضي اللامع	محلول حمض الهيدروكلوريك ١٠٪ •	لا يتغير
٢ - Acid red 2 G أحمر حمضي من نوع 2 G	محلول حمض الهيدروكلوريك ١٠٪ •	يتغير الى اللون الأحمر الفاتق الذي يحتوي على ظلال زرقاء
٣ - Eosin الايوسين	محلول حمض الهيدروكلوريك ١٠٪ •	يتغير الى اللون الأصفر •

جدول يوضح كيفية التعرف على الأخبار والمواد الصابغة الشائع
تتبع أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق بها والمحاليل الكيميائية
الكاشفة المستخدمة ، وذلك باتباع أسلوب التحليل الموضعي •

(ب) طرق ازالة بقع الأحبار والمواد الصابغة :

تزال بقع الأحبار والمواد الصابغة باتباع طريقتين هما :

الطريقة الأولى :

وفى هذه الطريقة تستخدم المواد الكيميائية القاصرة للألوان بنوعيتها المؤكسد والمختزل . . وهى تعتمد اما على تكسير جزيئات الأحبار والمواد الصابغة واما على تحويلها الى صورة عديمة اللون .

ويراعى اختيار المادة القاصرة للون التى لا يترتب على استخدامها احداث تلف للأوراق المعالجة بها .

وسوف نتناول عملية قصر الألوان بالتفصيل عند الحديث عن عمليات تبييض وتنقية الورق .

الطريقة الثانية :

وتعتمد هذه الطريقة على اذابة واستخراج الأحبار والمواد الصابغة من الورق باستخدام المذيبات المناسبة مثل الكحول الايثيل والنوشادر ومحلول حمض الأوكساليك ومحلول حمض الليمونيك الخ .

ويراعى فى هذه الطريقة اتخاذ الاحتياطات الواجبة لعدم انتشار المواد المسببة للبقع فى المناطق المجاورة للبقعة التى تجرى ازالتها .

وعلى أية حال فقد يوجد من الأفضل الجمع بين هاتين الطريقتين .

وفيما يلى سوف نورد بعض الطرق التى استخدمت بنجاح فى هذا الصدد وهى :

ازالة بقع الحبر الحديثة :

ويجرى العمل باتباع الخطوات الآتية :

١ - تفرد الأوراق المراد علاجها فوق ألواح من الزجاج على أن يوضع تحتها مباشرة أفرخ من ورق النشاف لتشرب الكميات الزائدة من المحاليل الكيميائية المستخدمة لازالة البقع وتمنع بذلك انتشارها فى المناطق المجاورة للبقع التى تجرى ازالتها .

٢ - توضع فوق البقعة المراد ازالتها نقطة من محلول بيرمنجنات البوتاسيوم درجة تركيزه ١ ٪ باستخدام أنبوبة شعيرية من الزجاج .

٣ - بعد مرور ثلاثة دقائق على الأكثر تجفف البقع باستخدام أوراق النشاف ثم يوضع فوق البقع على الفور نقطة من محلول هيدروكبريتيت الصوديوم درجة تركيزه ٥ ٪ ٠٠ ويجب أن تتكرر هذه العملية حتى يزول لون أكسيد المنجنيز البنى .

٤ - بعد الانتهاء من إزالة البقع تغسل الأماكن المعالجة بالماء أولاً ثم بالماء المضاف اليه قليل من النوشادر - بواقع ٥٠ مليلترا من النوشادر تضاف الى كل مائة مليلترا من الماء ، ثم بالماء مرة أخرى .

إزالة بقع حبر الأختام وبقع الأحبار القديمة :

١ - تبلل البقع بمحلول من برمنجنات البوتاسيوم درجة تركيزه ٥٠ ٪ وبمحلول من حمض الفوسفوريك درجة تركيزه ٤٠ ٪ ٠٠ وبعد مرور وقت يتراوح بين ٥ و ٢٠ دقيقة حسب الحالة تجفف البقع باستخدام ورق نشاف .

٢ - تعالج البقع بعد ذلك بمحلول من هيدروكبريتيت الصوديوم درجة تركيزه ٥ ٪ وتستمر المعالجة حتى يزول تماماً لون برمنجنات البوتاسيوم أو حتى يختفى لون أكسيد المنجنيز البنى .

٣ - تتكرر عملية معالجة البقع - اذا لزم الأمر - حتى تزول نهائياً :

وفى حالة الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون والتي تظل بها بعد الانتهاء من المعالجة السابق الإشارة إليها بقع صفراء اللون يجب أن تستمر المعالجة على النحو التالى :

١ - بعد غسل الأماكن المعالجة بالماء تبلل البقع بنقطة من محلول برمنجنات البوتاسيوم درجة تركيزه ١ ٪ لمدة دقيقتين على الأكثر .

٢ - تعالج البقع بعد تجفيفها بورق من النشاف بمحلول هيدروكبريتيت الصوديوم درجة تركيزه ٥ ٪ ٠٠ ويستمر ذلك حتى يختفى لون أكسيد المنجنيز البنى .

٣ - تغسل الأماكن المعالجة جيداً بالماء ثم بالماء المضاف اليه النوشادر ثم بالماء مرة أخرى ويمكن الكشف عن كفاءة عملية الغسيل باستخدام ورقة عباد شمس زرقاء ، وعدم تحولها الى اللون الأحمر يدل على التخلص نهائياً من آثار المواد الكيميائية المستخدمة فى العلاج .

خامسا - التبييض والتنقية

عندما يتعرض الورق وبخاصة النوع المصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون (ground wood paper) الى تأثير أشعة الشمس وخاصة الأشعة فوق البنفسجية أو الى درجة حرارة عالية أو للشوائب الغازية الموجودة في الجو ، فإن لونه يتغير الى اللون البني أو الأحمر المائلين الى الصفرة . . أو ربما يؤدي ذلك الى تكون أجسام بنية اللون تظهر على أسطح الورق في هيئة بقع ، وذلك نتيجة لبعض التغيرات الكيميائية التي تطرأ على مكونات الورق غير السليولوزية ، وعلى وجه الخصوص اللجنين . وفي هذه الحالة فإنه يتحتم معالجة الورق بإجراء ما يعرف بعمليات التبييض لاعادة لونه الى ما كان عليه ، أو ربما يحتاج الأمر الى تنقيته من اللجنين ، وهو الذي يؤدي الى تكون المركبات البنية اللون التي تسبب تبقعه . كما هو الحال في الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون .

التبييض Bleaching

تتم عمليات التبييض باستخدام مواد كيميائية مؤكسدة كهيبوكلوريت الصوديوم أو الكلورامين (ت) أو غاز ثاني اكسيد الكلورين أو كلوريت الصوديوم أو فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الاكسيجين) أو برمنجنات البوتاسيوم ، حيث تتحول المركبات التي تسببت في تغير لون الورق أو تبقعه بالأكسدة الى مركبات أبسط يمكن ازالتها بالغسيل . . وأيضاً باستخدام مواد كيميائية مختزلة مثل هيدروكبريتيت الصوديوم حيث تتحول هذه المركبات بالاختزال الى مركبات لا لون لها .

ويجب ألا يغيب عن أذهاننا أن استعمال أى من هذه المواد سوف ينتج عنه أضرار كثيرة اذا لم تراعى النسب المقررة عند استخدامها أو عند الاهمال في اتباع طرق العمل الصحيحة .

التبييض باستخدام المواد المؤكسدة

هيبوكلوريت الصوديوم :

تتم عملية التبييض بتأثير غاز الكلور الذي يتولد من هيبوكلوريت الصوديوم . . وتجرى عملية التبييض طبقاً للطريقة التي يراها هارولد بلندرليت على النحو الآتي :

(أ) تندی الأوراق المراد تبييضها بالماء وذلك بعد التأكد من عدم تآثر الأحبار المستخدمة في الكتابة أثناء عملية التبييض .

(ب) تنقل الأوراق بعد ذلك الى حوض به محلول التبييض الذى يحضر باضافة جزء من محلول هيبوكلوريت الصوديوم ١٠ ٪ الى عشرين جزءا من الماء ، وتظل به تحت الملاحظة الدائمة الى أن تكتسب الأوراق درجة كافية من البياض أو لحين تلاشى ما بها من بقع .

(ج) تنقل الأوراق بعد أن تتم عملية التبييض الى حوض به ماء جار لازالة ما بها من آثار هيبوكلوريت الصوديوم .

(د) بعد مروز حوالى خمس عشرة دقيقة تنقل الأوراق الى حوض به محلول من ثيو سلفات الصوديوم (الهيبو) درجة تركيزه ٢ ٪ ، وذلك لتخليص الورق من آثار غاز الكلور .

(هـ) تنقل الأوراق فى النهاية الى حوض به ماء جار لمدة خمس عشرة دقيقة لازالة آثار الهيبو .
هذا وقد أشار بلندرليث بمراعاة الاحتياطات الآتية :

١ - حيث أن المحاليل القلوية ومنها محلول هيبوكلوريت الصوديوم تؤثر على قوة الورق ، فيلزم وجود حوض به ماء مضاف اليه حمض الهيدروكلوريك بمقدار ٣ سم لكل أربعة لترات ماء تنقل اليه الأوراق من وقت لآخر أثناء عملية التبييض .

٢ - فى حالة الأوراق المكتوبة بأحبار تتأثر بمحاليل التبييض يجب تثبيت الكتابة أولا وقبل البدء فى عملية التبييض . ويمكن اتباع الطرق السابق ذكرها عند الحديث عن كيفية تثبيت النقوش والكتابات .

ومن ناحية أخرى يفضل الأستاذ/ شلدون كيك اضافة حمض الهيدروكلوريك بنسبة ٠.٥ ٪ الى محلول هيبوكلوريت الصوديوم لتلافى ما يمكن أن يصيب الورق من ضعف أثناء عملية التبييض .

الكلورامين (ت) :

استخدم الكلورامين (ت) فى عمليات تبييض أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق منذ عام ١٩٣٧ ٠٠ ويرى هارولد بلندرليث الذى كان أول من استخدمه لهذا الغرض أن الكلورامين (ت) يختص بميزة أساسية وهى أن استخدامه لا يتخلف عنه عناصر تضر بالورق مستقبلا ، مما لا يستدعى تكرار عمليات غسل الورق المعالج كما هو الحال عند استخدام هيبوكلوريت الصوديوم . وهذه الخاصية تجعل من الكلورامين (ت) فى رأى بلندرليث أنسب المواد لتبييض الأوراق التى تحمل نقوشا

ملونة أو أحبارا تتأثر بكثرة الغسل بالماء ٠٠ ولهذا السبب فإن الكلورامين (ت) هو أفضل المواد القاصرة للون لازالة ما بالورق من بقع موضعيا أو محليا حيث لا يكون من الضروري غسل الأوراق المعالجة ، مما لا يعرض الأجزاء الخالية من البقع لتأثير الماء وخاصة في حالة الألوان أو الأحبار التي تتأثر بالماء ٠

وعلى عكس ما يرى هارولد بلندريلث فإن هارولد تريبوليت يرى أن الكلورامين (ت) يظل نشطا لمدة طويلة بعد استخدامه ، مما يستوجب غسل الأوراق المعالجة به بالماء بعد اجراء عمليات التبييض ٠

وحتى لو صح رأى هارولد تريبوليت فاني أرى أن الكلورامين (ت) يظل أنسب المواد القاصرة للون في حالة الأوراق التي تحمل نقوشا أو أحبارا تتأثر بالماء ، حيث أنه على أى حال لا يحتاج الى كثرة الغسيل بل يكفي مجرد غمر الأوراق المعالجة في الماء ورفعها منه مباشرة ٠٠ وفي هذه الحالة فإنه يجدر تثبيت الألوان أو الأحبار بمحلول الكلاتون (ج ب) الذائب في الكحول الايثيل المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠٪ أو بأى مادة أخرى من المواد التي سبق ذكرها عند الحديث عن كيفية تثبيت النقوش والكتابات ٠

وينتج الكلورامين (ت) تجاريا على هيئة بودرة بيضاء تذوب في الماء ، ويجب حفظها في عبوات مغلقة لتأبليتها للتحلل السريع ، ولذلك يجب تحضير المحلول قبل الاستعمال مباشرة ٠ وفي حالة استخدام الكلورامين (ت) لازالة البقع محليا أو موضعيا تتبع الطريقة الآتية :

١ - تنظف الأوراق المراد ازالة ما بها من بقع مما قد يكون عالقا بها من أتربة وأوساخ باستخدام فرشاة ناعمة وجافة ٠

٢ - توضع الأوراق على حوامل من ورق النشاف فوق الواح من الزجاج ٠

٣ - يحضر محلول الكلورامين (ت) قبل الاستعمال مباشرة بإذابة ٢ جم من الكلورامين (ت) في ١٠٠ سم^٣ من الماء ٠

٤ - تبلل البقع المراد ازالتها بمحلول الكلورامين (ت) بواسطة فرشاة رفيعة ، ثم يوضع فوقها ورقة من النشاء وتغطى بلوح من الزجاج ٠

٥ - تترك الأوراق على هذه الحالة مدة ساعة ثم يكشف عنها وتتكرر هذه العملية حتى تزول البقع تماما ٠

٦ - يغسل الأماكن التي عولجت بمحلول الكلورامين (ت) بفرشاة رفيعة بماء على أن يوضع تحت الأوراق المعالجة عند الغسيل ورقة من

النشاف لامتصاص الماء ٠٠ وبعد ذلك تترك الأوراق حتى تجف ثم
تكبس باستخدام المكبس اليدوى وذلك حتى يتم فردها ٠

وعند استخدام محلول الكلورامين (ت) للتبييض تتبع الطريقة
الآتية :

١ - تنظيف الأوراق المراد تبييضها مما يعلق بها من أتربة وأوساخ
باستخدام فرشاة ناعمة وجافة ٠

٢ - يحضر محلول الكلورامين (ت) قبل الاستعمال مباشرة بإذابة ٢ جم
من الكلورامين (ت) فى كل ١٠٠ سم ٣ من ماء ساخن درجة حرارته
٦٠ درجة مئوية ٠

٣ - تغمر الأوراق فى محلول التبييض وتظل به حتى تكتسب درجة
البياض الكافية ٠٠ وفى هذه الحالة ولسرعة تحلل الكلورامين (ت)
فقد يتطلب الأمر تغيير المحلول بمحلول جديد أثناء عملية التبييض ٠

٤ - تنقل الأوراق بعد تبييضها الى حوض به ماء ثم ترفع منه مباشرة
وتنقل الى المكان المعد لتجفيفها ٠٠ وأخيرا تفرد بوضعها لمدة ٢٤ ساعة
فى مكبس يدوى ٠

غاز ثانى أكسيد الكلورين :

فى عام ١٩٥١ عرض روزفورد جيتنز (Rutherford Gettens)
أمام الاجتماع السنوى لهيئة المتاحف الأمريكية الذى انعقد فى فيلاديلفيا
تفاصيل طريقة جديدة لتبييض الأوراق المبقعة أو التى تغير لونها تعتمد
على تأثير غاز ثانى أكسيد الكلورين الذى يمكن توليده بإضافة حمض
الكبريتيك المخفف أو الفورمالدهيد الى محلول من كلوريت الصوديوم ٠

والطريقة كما وصفها جيتنز عبارة عن ثلاثة أساليب عمل مختلفة
يجب أن تتم جميعها فى خزانة غازات لامكان تجنب رائحة الغاز الكريهة
وتأثيره السام ٠

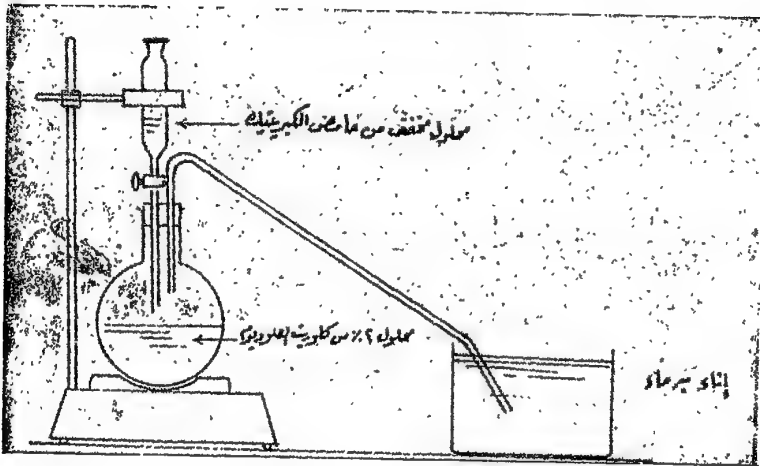
وطبقا للأسلوب الأول توضع الأوراق المراد تبييضها فى حمام يحتوى
على كلوريت الصوديوم الذائب فى الماء والمضاف اليه الفورمالدهيد بواقع
٢ ٪ من الحجم الكلى للمحلول الى أن تتم ازالة ما بها من بقع أو لحين
اكتسابها اللون المناسب ، وأخيرا تغسل الأوراق المعالجة بالماء لمدة ١٥
دقيقة لازالة ما بها من آثار أملاح الصوديوم ٠

أما الأسلوب الثانى فيتبع فى الحالات التى يراد فيها اتمام عملية

التبييض فى أقل وقت ممكن وتتم عملية التبييض هذه بغمر الأوراق المراد علاجها فى حمام يحتوى على محلول مائى من غاز ثانى أكسيد الكلورين .

ويحضر محلول غاز ثانى أكسيد الكلورين بتمرير تيار ضعيف من الغاز الذى يتولد بإضافة محلول مخفف جدا من حمض الكبريتيك من خلال قمع فصل نقطة بنقطة الى محلول كلوريت الصوديوم الذائب فى الماء بنسبة ٢٪ بواسطة أنبوبة من الزجاج أو البولى اثيلين .

وترفع الأوراق بعد أن تتم عملية التبييض وتترك لتجف دون حاجة الى الغسيل بالماء بعد العلاج .



« رسم يوضح كيفية تحضير محلول غاز ثانى أكسيد الكلورين »

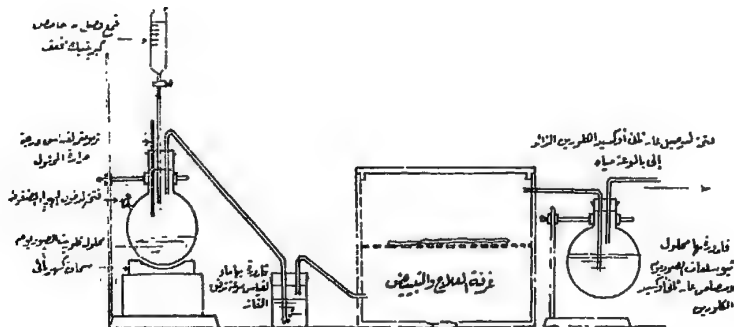
أما الأسلوب الثالث فيتنبع فى حالة وجود أحبا رأو نقوش لا تتحمل الغمر فى المحاليل المائية وفى هذه الحالة يمرر غاز ثانى أكسيد الكلورين الذى يتولد بإضافة حمض الكبريتيك المخفف الى محلول من كلوريت الصوديوم فى غرفة خاصة تعرف بغرفة التبييض توضع فيها الأوراق المراد علاجها وذلك بعد تنديتها بالماء ٠٠ وغرفة التبييض هذه هى جزء من جهاز صممه جيتنز لتبييض الأوراق بهذا الأسلوب .

والجهاز الذى صممه جيتنز عبارة عن قارورة مستديرة القاع لها فتحة جانبية يوضع بها محلول من كلوريت الصوديوم ويثبت عليها قمع فصل لإضافة حمض الكبريتيك المخفف نقطة بنقطة وكذلك ترومتر لتثبيت درجة حرارة المحلول عند ٦٠ درجة مئوية ويخرج منها أنبوبة زجاجية الى

غرفة التبييض مارة في دورق مغلق به ماء لقياس سرعة تدفق غاز ثاني أكسيد الكلورين .

وغرفة التبييض عبارة عن صندوق معدني محكم الغلق مبطن بالبولي ايثيلين بمقاس ١٥٠ × ١٠٠ × ٤٠ سم ارتفاعه وغطاؤه مزود بلوح من الزجاج السميكة يراقب من خلاله سير عملية التبييض . ولهذا الصندوق فتحتان يمر من احدهما وهي بأسفل أحد جوانبه غاز ثاني أكسيد الكلورين ويمر من الأخرى وهي بأعلى الجانب المقابل الغاز الزائد عن سعة الصندوق الى قارورة بها محلول مخفف من ثيو سلفات الصوديوم وله خاصية امتصاص غاز ثاني أكسيد الكلورين . وزيادة في الحيطه يخرج من القارورة التي تحتوى على محلول ثيو سلفات الصوديوم أنبوبة من البولي ايثيلين الى بالوعة ماء .

وقد استخدم جيتنز تيارا ضعيفا من الهواء المضغوط لدفع ثاني أكسيد الكلورين الذي يتولد في القارورة عند اضافة حمض الكبريتيك الى محلول كلوريت الصوديوم الى غرفة التبييض مستخدما لذلك الفتحة الجانبية الموجودة بالقارورة .



مخطط جيتنز للتبييض باستخدام غاز ثاني أكسيد الكلورين

« رسم يوضح الجهاز الذي صممه جيتنز للتبييض بغاز ثاني أكسيد الكلورين »

والواقع أن الجهاز الذي صممه جيتنز للتبييض بغاز ثاني أكسيد الكلورين لم يلق الانتشار المنشود لا لعدم فاعلية الغاز بل لكثرة حوادث الانفجار التي صاحبت عمليات التبييض باستخدام هذا الجهاز وذلك لسببين : -

- أولهما : قابلية الغاز ذاته للانفجار وخاصة عندما يتولد بكتافة .
- ثانيهما : الكيفية التي ينم بها توليد هذا الغاز .

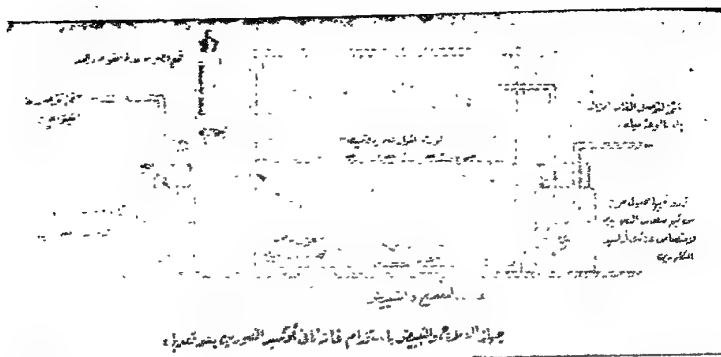
وفي محاولة لتحسين هذا الجهاز رأى الدكتور مارينجر أستاذ التكنولوجيا بأكاديمية الترميم بفينا عندما رأيت الاستعانة برأيه أن يستخدم لدفع غاز ثاني أكسيد الكلورين الى غرفة التبييض تيار من غاز النيتروجين بدلا من الهواء المضغوط وذلك بغرض تلافي قابلية الغاز للانفجار ، وذلك على أساس أنه يمكن اختزال قابلية غاز ثاني أكسيد الكلورين للانفجار عن طريق خلطه بنسبة ١٠٪ بغاز آخر غير قابل للاشتعال معه .

ولو أن ما أشار به الدكتور مارينجر قد أضاف عامل أمان عند تطبيق هذه الطريقة الا أنه بقيت مخاطر الانفجار المحتمل والتي يمكن أن تنشأ من الكيفية التي يتولد بها غاز ثاني أكسيد الكلورين ، خاصة عندما يتصدى للعمل بهذا الجهاز شخص ليست لديه الدراية الكافية بالكيمياء اذ يتعين عليه التحكم فى كمية غاز ثاني أكسيد الكلورين وما ينشأ عنه من ضغط على الجدران الداخلية للقارورة وكذلك الضغط الناشئ عن غاز النيتروجين .

ولما كنت مهتما بتطويع هذه الطريقة لكل العاملين فى هذا المجال اقتناعا منى بأهميتها وبما يمكن أن تسهم به رأيت أن تستخدم غرفة التبييض كما لو كانت صندوقا للتبخير . وفى هذه الحالة فان غاز ثاني أكسيد الكلورين يتولد داخل غرفة التبييض باضافة مادة الفورمالدهيد عن طريق قمع فصل يثبت بأحد جوانب الغرفة الى محلول كلوريت الصوديوم الذى يوضع فى حوض من الزجاج داخل غرفة التبييض . وفى هذه الحالة زودت غرفة التبييض بشبكة متحركة من البولي ايثيلين أو النايلون ثبتها بالجوانب الداخلية لغرفة التبييض على ارتفاع يسمح بوضع الحوض الزجاجى .

والحقيقة أن الجهاز بعد أن أدخلت عليه هذه التعديلات وبعد أن أمكن السيطرة على كل الأسباب التي يمكن أن تؤدي الى حدوث انفجار قد أصبح أداة فعالة فى يد كل المهتمين بعلاج أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق خاصة وأنه لم يثبت حتى الآن أن غاز ثاني أكسيد الكلورين له تأثير ضار على مادة الورق .

وتتلخص طريقة العمل بعد ادخال التعديلات على جهاز التبييض بغاز ثاني أكسيد الكلورين فى الخطوات الآتية :

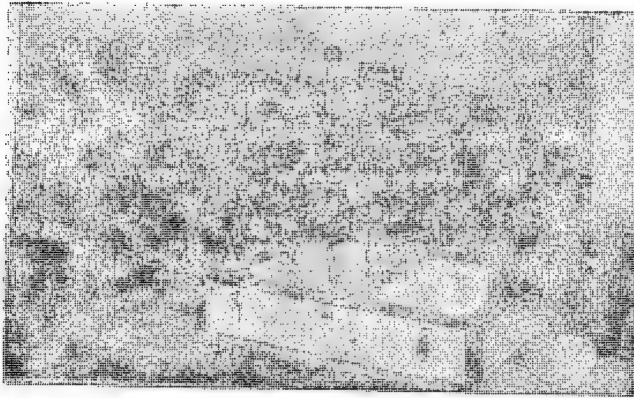


« رسم يوضح جهاز التبييض باستخدام غاز ثاني أكسيد الكلورين »
بعد التعديلات التي أدخلتها عليه

- ١ - تذاب ٤ جم من كلوريت الصوديوم في ٥٠٠ سم^٣ من الماء بعد تسخينه إلى درجة حرارة ٧٠ درجة مئوية ، ثم ينقل المحلول بعد تحضيره إلى الحوض الزجاجي الموجود داخل غرفة التبييض . ويمكن زيادة كمية كلوريت الصوديوم حسب كمية الأوراق المراد علاجها وحالتها .
- ٢ - يحضر محلول ثيو سلفات الصوديوم بإذابة ٢٠ جم من ثيو سلفات الصوديوم في لتر من الماء ثم يوضع في القارورة الخاصة به .
- ٣ - تندی الأوراق المراد علاجها بالماء ثم توضع على شبكة البولي اثيلين المثبتة داخل غرفة التبييض .
- ٤ - تغلق غرفة التبييض بإحكام ثم يمرر تيار ضعيف من غاز النيتروجين لمدة تكفي لطرد كل الهواء الموجود داخل غرفة التبييض .
- ٥ - تقفل أسطوانة غاز النيتروجين ثم يضاف ٦٠ سم^٣ من الفورمالدهيد إلى محلول كلوريت الصوديوم عن طريق قمع الفصل المثبت بغرفة التبييض .
- ٦ - يراقب سير عملية التبييض من خلال غطاء غرفة التبييض الزجاجي، وعند انتهاءها يمرر تيار من غاز النيتروجين لطرد غاز ثاني أكسيد الكلورين المتبقى داخل غرفة التبييض ثم تفتح الغرفة وترفع الأوراق المعالجة وتنقل إلى المكان المعد لتجفيفها .

ولقابلية غاز ثانى أكسيد الكلورين للانتشار فقد استحدثت أسلوب عمل جديد ذا تطبيق اقتصادى ، حيث أمكن علاج وتبييض الكتب والمخطوطات دون حاجة الى فكها ومعالجتها ورقة ورقة ، وهو الأسلوب الذى كان متبعاً من قبل ، مما أدى الى توفير وقت وجهه كبيرين . . وذلك باتباع الطريقة الآتية :

- ١ - تفتح الكتب على هيئة مروحة ، وذلك بوضع شرائط من ورق مقوى بين صفحاتها (انظر الصورة) .
- ٢ - تندى أوراق الكتب برذاذ من الماء أو بتعريضها لبخاره .
- ٣ - توضع الكتب بعد ذلك فى غرفة التبييض ويمرر غاز ثنى أكسيد الكلورين بالطريقة السابق شرحها .
- ٤ - بعد الانتهاء من عملية العلاج والتبييض تترك الكتب لتجف ثم تفرد أوراقها عن طريق وضعها فى مكبس يدوى .



« صورة توضح كيفية علاج وتبييض الكتب دون فكها »

ومن ناحية أخرى فقد أثبتت كثير من التجارب التى أجريتها أن غاز ثانى أكسيد الكلورين ذات فاعلية كبيرة فى علاج وتبييض نقوش الاكواديل (الألوان المائية) والجواش والباستيل اذا كانت حواملها مصنوعة من الورق المقوى ، حيث أن التغيرات الكيميائية التى تحدث للورق تتسبب فى معظم الحالات فى تغير درجة عمق الألوان ورواقها وبهائها كما تتسبب فى تكوين بقع صفراء أو بنية اللون فى أرضيات

النقوش بفعل التغيرات الكيميائية التي تحدث في مكونات الورق غير السليولوزية .

كلوريت الصوديوم :

يستخدم محلول مخفف من كلوريت الصوديوم لتبييض أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق وذلك على النحو التالي :

١ - تنظف الأوراق المراد علاجها مما قد يكون عالقا بها من أتربة وأوساخ وذلك بوضعها في حوض به ماء مع مداومة هز الحوض من آن لآخر ٠٠ وفي حالة الأوساخ الثابتة تستخدم فرشاة ناعمة في عملية التنظيف .

ومن الضروري مراعاة أن تكون مواد الكتابة أو النقوش في هذه الحالة لا تتأثر بالماء ٠٠ وفي حالة تأثرها بالماء يجب تثبيت الكتابات أولا بأحدى الطرق والمواد السابق الإشارة إليها عند الحديث عن طرق تثبيت النقوش والكتابات .

٢ - توضع الأوراق بعد تنظيفها في حوض به محلول كلوريت الصوديوم الى أن تتم عملية التبييض . ويحضر محلول كلوريت الصوديوم بإذابة ٥ جم من كلوريت الصوديوم في كل لتر من الماء ٠٠ وتكون درجة تركيز محلول كلوريت الصوديوم في هذه الحالة هي ٠.٥ ٪ .

٣ - بعد اتمام عملية التبييض تنقل الأوراق الى حوض به ماء جار لمدة تكفي لازالة آثار كلوريت الصوديوم تماما .

٤ - ترفع الأوراق من الماء ثم تنقل الى المكان المعد لتجفيفها .

٥ - بعد الجفاف تفرد الأوراق بوضعها في مكبس يدوي أو آلي لمدة ٢٤ ساعة .

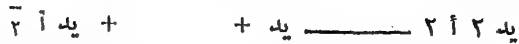
ويراعى أن ترفع الأوراق من الماء أو من محلول كلوريت الصوديوم باستخدام حوامل من الورق المقوى وبالطريقة التي سبق الإشارة إليها عند استخدام هيبو كلوريت الصوديوم .

فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأكسجين) :

أثبتت الدراسات التي قامت بها شركة ديونوت أن استخدام فوق أكسيد الهيدروجين في عملية تبييض الورق يؤدي الى زيادة كبيرة في درجة تفتح اللون دون أية أضرار جانبية ، اذ لا يؤدي استخدامه الى تغيير

فى خواص الورق الطبيعية أو الكيمائية كما لا يؤثر على قوته أو وزنه أثناء عملية التبييض .

ولو أن الكثير عن طبيعة التفاعل الكيميائى الذى يجرى أثناء عملية التبييض لا يزال غير معروف الا أنه يسود الاعتقاد أن أيون ثانى أكسيد الهيدروجين السالب (يد.أ⁻²) الذى يتكون عندما يتعادل أيون الهيدروجين بإضافة مادة قلوية هو عامل التبييض النشط (انظر المعادلة الكيمائية) .



ولتلافى تحلل فوق أكسيد الهيدروجين الى غاز الأكسيجين والماء وخاصة فى وجود عناصر معدنية مثل الحديد والنحاس والمنجنيز ، وهى شوائب معدنية توجد عادة فى الورق ، أو أنواع معينة من الانزيمات فانه يجب اضافة مواد مثبتة مثل سليكات الصوديوم أو كبريتات الماغنسيوم الى محلول فوق أكسيد الهيدروجين عند اجراء عملية التبييض .

طريقة العمل :

١ - يحضر محلول التبييض بإضافة ٥٠ سم³ من محلول فوق أكسيد الهيدروجين ٣٠ ٪ الى كل لتر من الماء .

٢ - يضاف الى محلول التبييض جرام واحد من بيكربونات الصوديوم وكذلك جرام واحد من كبريتات الماغنسيوم لكل ٢ لتر من المحلول .

٣ - تغسل الأوراق المراد تبييضها مما قد يكون عالقا بها من أتربة وأوساخ بوضعها فى حوض به ماء مع مداومة هز الحوض من آن لآخر مع مراعاة ألا تكون مواد الكتابة أو النقوش من النوع الذى يتأثر بالماء . وفى حالة تأثرها بالماء يجب تثبيتها أولاً بأحدى الطرق والمواد السابق الإشارة إليها عند الحديث عن طرق تثبيت النقوش والكتابات .

٤ - تنقل الأوراق بعد ذلك الى محلول التبييض وتبقى به الى أن تكتسب درجة البياض المرغوبة .

٥ - تنقل الأوراق الى حوض به ماء جار لمدة ١٥ دقيقة لازالة آثار محلول التبييض .

٦ - ترفع الأوراق بالطريقة التى ذكرت عند استخدام هيبو كلوريت الصوديوم وتنقل الى المكان المعد لتجفيفها .

٧ - تفرد الأوراق بعد الجفاف بوضعها فى مكبس يدوى أو آلى لمدة ٢٤ ساعة .

برمنجنات البوتاسيوم :

تعتبر برمنجنات البوتاسيوم من أهم العوامل المؤكسدة القاصرة للألوان التي استخدمت بكثرة فى عمليات تبييض أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق ، ولذلك فقد درست تطبيقاتها فى هذا المجال دراسة وافية .

ومن المعروف جيدا أن فاعلية برمنجنات البوتاسيوم كعامل مؤكسد تزداد زيادة كبيرة فى الأوساط الحمضية .٠٠ ولما كان سليولوز الورق يتعرض للتحلل المائى بفعل الأحماض ، فلقد كان من الضرورى اختيار أقل الأحماض اتلافا للورق أثناء عمليات التبييض التى تجرى باستخدام برمنجنات البوتاسيوم .

وطبقا للدراسة التى قام بها كل من ستودينجر وسوركين (Staudinger and Sorkin) للوقوف على مدى تأثير الأحماض المختلفة على عملية التحلل المائى لسليولوز الورق ، فقد ثبت أن حمض النيتريك وحمض الكبريتيك هما أكثر الأحماض تأثيرا وأن تأثير حمض الكبريتيك يبلغ أكثر قليلا من نصف تأثير حمض الهيدروكلوريك .٠٠ ومن ناحية أخرى فقد أثبتت هذه الدراسة أن حمض الفوسفوريك - وخاصة الأروثوفوسفوريك - يتميز دون غيره من الأحماض المعدنية بأنه ذات تأثير بطئ فى عملية التحلل المائى لسليولوز الورق وبأنه ليست له تأثيرات أو تفاعلات جانبية مع برمنجنات البوتاسيوم ، كما أنه يزيد من فاعلية برمنجنات البوتاسيوم كعامل مؤكسد فضلا عن كونه يسهل نفاذ محلول برمنجنات البوتاسيوم الى داخل الورق ، ومن ثم يزيد من فاعلية عملية التبييض ذاتها .

وقد وجد من التجارب الكثيرة التى أجريت فى هذا الصدد انه كلما زاد محتوى محلول برمنجنات البوتاسيوم من حمض الفوسفوريك كلما زادت فاعليته فى تبييض الورق وفى ازالة ما قد يوجد به من بقع لونية .

وعلى أية حال فقد ثبت بالتجربة أن فاعلية برمنجنات البوتاسيوم تزداد كثيرا عندما تكون نسبة حمض الفوسفوريك فى محلول برمنجنات البوتاسيوم من ٢ الى ٤ ٪ .

ويستخدم عادة فى عملية التبييض محلول من برمنجنات البوتاسيوم تتراوح نسبة تركيزه من ٠.٣٣٪ الى ٠.٥٪ حسب الحالة .

وقد قام كل من ستودينجر وسوركين بدراسة تأثير محلول برمنجنات البوتاسيوم المحتوى على حمض الفوسفوريك بنسبة تتراوح من ٠.٥٪ الى

٥. ٪ على الخواص الفيزيو - ميكانيكية لأنواع كثيرة من الورق وثبت لها
عدم حدوث نقص حاد فى الخواص الفيزيو - ميكانيكية للأوراق المعالجة .

(انظر الجدول)

وبالإضافة الى ذلك فقد قام كل من ستودينجر وسوركين بدراسة
تأثير حمض الخليك على عملية التبييض باستخدام برمنجنات البوتاسيوم .
ويستخلص من الدراسة التى قاما بها أن حمض الخليك يسرع كثيرا فى
عملية التبييض وخاصة فى حالة البقع القديمة وان فاعلية برمنجنات
البوتاسيوم تزداد كثيرا عندما يستخدم محلول عشر عيارى 0.1 N
من حمض الخليك . ويرى ستودينجر وسوركين عدم اضافة حمض
الخليك الى محلول برمنجنات البوتاسيوم مسبقا قبل الاستعمال بل يجب
أن توضع الأوراق المراد تبييضها أولا فى محلول برمنجنات البوتاسيوم
ثم يضاف إليها بعد ذلك المحلول العشر عيارى من حمض الخليك .

وفيما يختص بتأثير محلول برمنجنات البوتاسيوم المحتوى على حمض
الخليك بالنسبة المشار إليها على الخواص الفيزيو - ميكانيكية للأنواع
المختلفة من الورق ، فقد أثبت كل من ستودينجر وسوركين عدم حدوث
نقص حاد فى هذه الخواص من جراء استخدام هذه المحاليل .

(انظر الجدول)

وعلى أية حال فان التبييض وإزالة البقع باستخدام برمنجنات
البوتاسيوم فى الأوساط الحمضية ينتج عنه اصفرار فى لون الأوراق
المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون ، وبالإضافة الى ذلك فانه
ينتج عن اختزال برمنجنات البوتاسيوم تكون أكاسيد المنجنيز ذات اللون
البنى التى تتداخل فى ألياف الورق . ولهذا السبب فانه يلزم معالجة
الورق بعد اتمام عملية التبييض لتحويل أكاسيد المنجنيز والكمية الزائدة
من برمنجنات البوتاسيوم الى مركبات عديمة اللون سهلة الذوبان فى
الماء . وقد كان يستخدم لهذا الغرض حمض الأوكساليك ، غير أن
ستودينجر وسوركين قد أثبتا أن حمض الأوكساليك يؤدى الى حدوث تحلل
مائى لسيلولوز الورق مما يؤدى الى اتلافه .

ونتيجة للدراسات التى قام بها كل من ستودينجر وسوركين فى
هذا الخصوص فقد أمكن التوصل الى ثلاثة طرق لمعالجة الأوراق التى
جرى تبييضها باستخدام محلول برمنجنات البوتاسيوم تتميز بأنها
لا تحدث اصفرارا فى لون الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب
المصحون فضلا عن كونها لا تؤثر تأثيرا سيئا على الخواص الفيزيو -
ميكانيكية للأوراق المعالجة . وهذه الطرق هى :

١ - معالجة الورق باستخدام ميتا بيكبريتيت البوتاسيوم : (Potassium methabisulphite)

ويستخدم لهذا الغرض محلول من ميتا بيكبريتيت البوتاسيوم درجة تركيزه ٢ ٪ ٠٠ وقد لوحظ أن تأثير هذا المحلول بطيء جدا غير أنه يحقق النتيجة المرجوة دون تأثير على الخواص الفيزيو - ميكانيكية للأوراق المعالجة .

٢ - معالجة الورق باستخدام كبريتيت الصوديوم :

ويستخدم لهذا الغرض محلول من كبريتيت الصوديوم درجة تركيزه ١ ٪ على أن يضاف اليه قليل جدا من حمض الليمونيك وقد ثبت أن معالجة الورق بهذه الطريقة لا تؤثر على الخواص الفيزيو - ميكانيكية للأوراق المعالجة .

٣ - معالجة الورق باستخدام هيدروكبريتيت الصوديوم :

ويستخدم لهذا الغرض محلول من هيدروكبريتيت الصوديوم درجة تركيزه تتراوح من ٢ ٪ الى ٥ ٪ ٠٠ وتعد هذه الطريقة من أفضل الطرق لمعالجة الأوراق التي جرى تبييضها باستخدام برمنجنات البوتاسيوم ، وذلك على أساس أنه قد ثبت بالتجربة أنها لا تؤثر على الخواص الفيزيو - ميكانيكية للأوراق المعالجة حتى بعد أن أجرى عليها عمليات الاسراع الصناعي في قدم الورق .

وقد أجرى كل من ستودينجر وسوركين عملية اسراع صناعى فى القدم لعينات من ورق الطباعة المصنوع من لب الخشب المصحون بعد معالجتها بمحلول برمنجنات البوتاسيوم ثم بالطرق الثلاثة السابق الإشارة إليها ، وذلك بغرض الوقوف على التغيرات التى قد تحدث بمرور الزمن فى لون الأوراق المعالجة ٠٠ وقد استمرت عملية الاسراع الصناعى فى القدم لمدة خمسة أيام عند درجة حرارة ٨٠ درجة مئوية وفى جو رطوبته النسبية ٨٠ ٪ .

ولعله من المفيد أن نورد للقارئ النتائج التى تحصلا عليها وهى تتضح من الجدول الآتى :

المعالجة	قبل عمليات الاسراع الصناعى فى قسم الورق	بعد عمليات الاسراع الصناعى لمدة خمسة ايام عند ٨٠ درجة م ورطوبة نسبية مقدارها ٨٠ %	ملاحظات
<p>عينة رقم (١)</p> <p>قبل المعالجة</p> <p>محلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٢٪ من حمض الاوكساليك</p> <p>محلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٥٪ من حمض الاوكساليك</p> <p>محلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٢٪ من ميتا بيكرىيتيت البوتاسيوم</p> <p>محلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم</p> <p>عينة رقم (٢)</p> <p>قبل المعالجة</p> <p>محلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٢٪ من كبريتيت الصوديوم + محلول ٢٪ من حمض الاوكساليك</p> <p>محلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٢٪ من ميتا بيكرىيتيت البوتاسيوم</p> <p>محلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم</p> <p>محلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٢٪ من كبريتيت الصوديوم + محلول ٢٪ من حمض الليمونيك</p>	<p>اصفرار لون الورق</p> <p>لم يحدث اصفرار فى لون الورق</p> <p>لم يحدث اصفرار فى لون الورق</p> <p>اصفرار باهت رمدى اللون</p> <p>اصفرار باهت جدا فى لون الورق</p>	<p>خضاب رمدى اللون اكثر كثافة من ذلك الغطاب الذى حدث فى حالة الاوراق غير المعالجة</p> <p>نفس الشيء</p> <p>نفس الشيء</p> <p>خضاب رمدى اكثر كثافة الى حد ما من ذلك الخضاب الذى حدث للاوراق غير المعالجة</p> <p>اصفرار فى لون الورق اصفرار قوى فى لون الورق</p> <p>اصفرار اقل كثافة من الحالة التى استخدم فيها حمض الاوكساليك</p> <p>اصفرار ضعيف اقل كثرا من الحالات السابقة</p> <p>اصفرار ملحوظ فى لون الورق</p>	<p>اصبح سطح الورق اكثر خشونة</p> <p>حدث تلف سطحي للورق</p> <p>لم يحدث تلف للورق</p> <p>لم يحدث تلف للورق</p>

التبييض باستخدام المواد المختزلة

تختص عمليات التبييض باستخدام المواد المختزلة بميزات من أهمها عدم تعرض الأوراق التي يجرى تبييضها لتأكسد سليولوز الورق ، وهو الأمر الذى يتسبب تحت ظروف معينة الى حدوث نقص خطير فى الخواص الفيزيو - كيميائية والخواص الفيزيو - ميكانيكية للورق . ومنها أيضا عدم حدوث اصفرار فى لون الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون .

ويستخدم عادة فى عمليات التبييض بالاختزال هيدروكبريتيت الصوديوم . ونظرا للسرعة التى تتفاعل بها الهيدزو كبريتات الذاتية . ونظرا لسرعة تحللها بالأكسدة الذاتية فان عملية التبييض يجب أن تتم بمعزل عن الهواء ، كما أنه يجب عدم تعريض الأوراق المعالجة للهواء الا بعد اتمام عملية التبييض .

وفى الواقع وبالرغم من المميزات التى تتميز بها عمليات التبييض باستخدام المواد المختزلة وبزعم النتائج المرضية جدا التى يمكن التحصل عليها ، الا أن الأخطار التى تحدث عند أى تقصير فى مراعاة الاحتياطات السابق الإشارة إليها جعلت المعامل التى تعنى بعلاج وصيانة الورق تتجنب استخدامها .

وعلى أية حال فانه يمكن تلخيص خطوات العمل فيما يأتى :

- ١ - يحضر محلول التبييض بإذابة ٥ جرام من هيدروكبريتيت الصوديوم فى كل لتر من الماء .
- ٢ - تغسل الأوراق المراد تبييضها مما قد يكون عالقا بها من أتربة وأوساخ بوضعها فى حوض به ماء جار مع مداومة هز الحوض من آن لآخر ومع مراعاة ألا تكون مواد الكتابة أو النقوش من النوع الذى يتأثر بالمحاليل المائية . وفى حالة تأثره يجب تثبيت الكتابات النقوش قبل البدء فى عمليات الغسيل .
- ٣ - تنقل الأوراق بعد ذلك الى محلول التبييض وتظل به الى أن تكتسب درجة البياض المناسبة .
- ٤ - تنقل الأوراق الى حوض به ماء جار وتظل به الى أن تزال آثار محلول التبييض المستخدم .
- ٥ - ترفع الأوراق وتنقل الى المكان المعد للتجفيف .
- ٦ - تفرد الأوراق بعد الجفاف بوضعها فى مكبس يدوى أو آلى لمدة ٢٤ ساعة .

تنقية الأوراق من المواد غير السليولوزية (اللجنين)

فى عام ١٨٤٠ توصل العالم الألمانى كيللر الى طريقة جديدة لصنع الورق بصحن أنواع معينة من الأخشاب وذلك كبديل رخيص الثمن للورق المصنوع من الخرق أو الكتان أو غيره من النباتات ، والذي كان مستخدما من قبل .

وبالرغم من انتشار الورق المصنوع من الخشب المصحون فى الأزمنة اللاحقة ، إلا أن عيوبه الناتجة عن تأثير ضوء الشمس - وخاصة الأشعة فوق البنفسجية - والحرارة والهواء وما به من تلوثات غازية على لونه وقوته بقيت بغير علاج حتى أمكن استخدام الطرق الكيميائية لمعالجة ألياف الخشب بعد عملية الصحن حيث أمكن تقليل كمية المواد غير السليولوزية الموجودة بالخشب - وخاصة اللجنين ، وهو المركب الذى يتسبب بصفة رئيسية فى تغير لون الورق - والتى تكون أجساما بنية اللون تظهر آثارها فوق سطحه عند تعرضه لتأثير ضوء الشمس والأشعة فوق البنفسجية والحرارة .

وحيث أن أمراض أو عيوب هذا النوع من الورق تتركز أساسا فى وجود مركب اللجنين فإن علاجه وصيانتته لا يجب أن تقتصر فقط على القيام بما يعرف باسم عمليات التبييض ، بل تتطلب أيضا العمل على التقليل من كمية مركب اللجنين أو التخلص منه اذا كان هذا ممكنا ، وهذا ما يعرف باسم عمليات التنقية .

وحتى يمكن تبين ما يمكن أن يسببه مركب اللجنين ، فلعله يكون من المفيد أن نذكر شيئا عن تركيب الأخشاب ، وذلك على النحو التالى :

١ - المركبات السليولوزية ، وهى تشكل من ٦٧٪ الى ٨٠٪ من مكونات الخشب .

٢ - اللجنين : وهو يشكل من ١٧٪ الى ٣٠٪ من مكونات الخشب .

٣ - السكريات والأملاح والأصماغ والدهون والتانينات : وهى تشكل من ٣٪ الى ٨٪ من مكونات الخشب .

عمليات التنقية

فى عام ١٨٨٩ اكتشف العالمان الانجليزيان كروس وبيفان أن لجنين الأخشاب وغيرها من النباتات يمكن أن يتحد اما بالأكسدة أو بالاحلال مع الكلورين مكونا مركبات تذوب اما فى كبريتات الصوديوم أو المحاليل

القلوية أو الماء دون أن تتأثر بذلك المكونات السليولوزية فى الأخشاب أو غيرها من النباتات •

والواقع أن هذه الطريقة رغم تطبيقها فى الصناعة إلا أن استخدامها لعلاج الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون - وهى الأوراق التى كانت شائعة الاستخدام فى الأزمنة القديمة - لم يلق أدنى استجابة لما يمكن أن يسببه لها من تلف •

وفى محاولة منى للتصدى لهذه المشكلة عندما كنت بصدد استخدام غاز ثانى أكسيد الكلورين فى عمليات التبييض ، رأيت أن أبحث فى إمكان استخدام غاز ثانى أكسيد الكلورين للتخلص من اللجنين أو حتى التقليل منه •

ويتميز غاز ثانى أكسيد الكلورين بخاصيتين فريدتين هما :

١ - فاعليته كعامل مؤكسد تزيد عن فاعلية الكلورين بمقدار ٢٦٣ ضعفا •

٢ - له قابلية كبيرة لأكسدة مركبات اللجنين وغيره من المواد التى تسبب تلون الورق وتحويلها الى مواد عديمة اللون تذوب فى الماء دون أن يؤثر ذلك على المركبات السليولوزية فى الورق •

وهاتين الخاصيتين بطبيعة الحال تجعلان استخدام غاز ثانى أكسيد الكلورين فى تنقية الورق أمرا منطقيا ومرغوبا فيه ، خاصة لما ثبت من أن غاز ثانى أكسيد الكلورين ليس له تأثير على المكونات السليولوزية للورق •

ويتولد غاز ثانى أكسيد الكلورين بتفاعل غاز الكلور أو الأحماض أو مركبات الهيبوكلوريت مع كلوريت الصوديوم ، وذلك على النحو التالى :

١ - ٢ كلوريت الصوديوم + غاز الكلور ← غاز ثانى أكسيد الكلورين + ٢ كلوريد صوديوم •

٢ - ٥ كلوريت صوديوم + ٢ حمض كبريتيك ← ٤ غاز ثانى أكسيد الكلورين + ٢ كبريتات صوديوم •

٣ - كلوريت صوديوم + هيبو كلوريت صوديوم + ماء ← ٢ غاز ثانى أكسيد الكلورين + ٢ هيدروكسيد صوديوم + كلوريد صوديوم •

ومن الناحية العملية فانه يمكن استخدام غاز ثانى أكسيد الكلورين اما على هيئة غاز واما بتمريره فى الماء واستخدام المحلول الناتج • ومن ناحية أخرى فانه يمكن توليد غاز ثانى أكسيد الكلورين باضافة الفورمالين

الى محلول كلوريت الصوديوم ، وفى هذه الحالة يمكن استخدامه على هيئة حمام توضع به الأوراق المراد علاجها مباشرة .

والواقع أن لون الأوراق بعد علاجها بغاز ثانى أكسيد الكلورين يتحول الى اللون الأصفر وهذا يحتم تبييض الورق بعد انتهاء عملية العلاج . وعلى هذا الأساس فان عملية التنقية تتم على النحو التالى :

١ - أكسدة اللجنين وغيره من المواد التى تسبب تلون الورق وتحويلها الى مركبات عديدة اللون يمكن ازالتها بالماء .

٢ - ازالة مركبات اللجنين وغيره من المركبات بعد عملية الأكسدة .

٣ - تبييض الأوراق المعالجة .

وسوف نتكلم عنها بالتفصيل فيما بعد .

أولا - عملية الأكسدة

وتتم هذه العملية اما بتعريض الأوراق المراد علاجها لتأثير غاز ثانى أكسيد الكلورين باستخدام الجهاز الخاص بذلك والذي سبق الحديث عنه بالتفصيل ، واما بتعريض الأوراق المراد علاجها لتأثير غاز ثانى أكسيد الكلورين على هيئة حمام لمدة لا تزيد عن نصف ساعة ، وذلك بالطريقة الآتية :

١ - يحضر محلول من كلوريت الصوديوم بإذابة ٢ جم من كلوريت الصوديوم فى لتر من الماء .

٢ - توضع الأوراق المراد علاجها فى المحلول .

٣ - يضاف الى المحلول بعد ذلك ٢٥ سم^٣ من الفورمالين .

ومن الأفضل أن تتم هذه العملية فى الغرفة الخاصة بالجهاز المستخدم فى عمليات العلاج بغاز ثانى أكسيد الكلورين حتى يمكن تجنب خطورة التعرض لغاز ثانى أكسيد الكلورين .

ثانيا - ازالة مركبات اللجنين المؤكسدة

بعد انتهاء عملية أكسدة اللجنين توضع الأوراق المعالجة فى تيار ضعيف من الماء لمدة ١٥ دقيقة على الأقل . وفى الحالات التى لا يمكن للماء فيها ازالة مركبات اللجنين المؤكسدة يستخدم محلول ٢٪ من ثيو كبريتات الصوديوم أو محلول ١٪ من هيدروكسيد الصوديوم حسب الحالة .

ثالثا - عملية التبييض

تبيض الأوراق المعالجة التي أزيلت منها مركبات اللجنين المؤكسدة باتباع طرق التبييض السابق الحديث عنها بالتفصيل ، وإن كانت تفضل طريقة التبييض باستخدام فوق أكسيد الهيدروجين لكونه لا يؤثر على الخواص الفيزيوية ميكانيكية للورق ، الأمر الذي يتناسب مع الجالة التي أصبحت عليها الأوراق بعد مرورها بمراحل العلاج المختلفة .

الكشف عن وجود اللجنين قبل وبعد العلاج :

يكشف عن اللجنين قبل وبعد العلاج باتباع الطريقة الآتية : -
يبذل جزء صغير جدا من أحد الأركان غير الظاهرة بصحيفة الورق المراد فحصها بنقطة من حمض الهيدروكلوريك ثم بنقطة من محلول كحول من مادة الفلوروجلوسين (Pholoroglucin) نسبة تركيزه ٢ ٪ ٠٠ وعند



« صورة فوتوغرافية تبين كمية اللجنين الموجودة باحد الأوراق »
قبل وبعد العلاج

وجود اللجنين تتكون على الفور بقعة حمراء اللون تتناسب شدتها مع كمية اللجنين الموجودة في الورق .

وفي نهاية الحديث عن عمليات تبييض وتنقية الورق يهمنى أن أشير الى كفاءة المواد البتية تستخدم عادة في عمليات التبييض والتنقية ومدى تأثيرها على الخواص الكيميائية والخواص الفيزيو - ميكانيكية للورق حتى يتيسر للعاملين في هذا الحقل اختيار أفضل الطرق وأصلح المواد بما يكفى تحقيق أهداف العلاج دون احداث تلف للكتيب والمخطوطات والوثائق . . مع مراعاة أن الدراسات العملية لمعرفة مدى تأثير مواد التنقية والتبييض تجري على عينات من الورق تماثل في نوعيتها وخصائصها أوراق الكتيب والمخطوطات والوثائق المراد علاجها .

واقترعنا منى بأن لغة الأرقام هي أكثر وسائل التعبير وضوحاً فسوف أتناول هذا الموضوع في اطار النتائج التى انتهت اليها من خلال البحث الذى أجرته والذي تناولت فيه تنقية وتبييض الأوراق المصنوعة من الخشب ، وكذلك في اطار النتائج التى انتهى اليها غيرى من الدارسين فى هذا المجال .

وثمة طريقتان للوقوف على مدى تأثير المواد المستخدمة فى عمليات التنقية والتبييض على المكونات السليولوزية للورق ، احدهما تعتمد على قياس الخواص الفيزيو - ميكانيكية باستخدام أجهزة قياس مدى تحمل الورق للطى ومدى قابليته للشد أو المط ومدى مقاومته للتمزق . أما الثانية فتعتمد على التحليل الكيميائى بالأسلوب الموضعى (Spot analysis) وهى طريقة وصفية يمكن اتباعها فى حالة عدم توفر أجهزة قياس الخواص الفيزيو - ميكانيكية ، وقد اتبعتها فعلاً فى البحث الذى قيمت به وتحصلت عن طريقها على نتائج مرضية للغاية .

ولعله يكون من المفيد أن نذكر للقاءى طريقة التحليل الموضعى التى يمكن بواسطتها الوقوف على مدى تأثير المواد المستخدمة فى عمليات التنقية والتبييض ، وذلك قبل تناول النتائج التى انتهت اليها بعض البحوث والتى سوف يمكن عن طريقها معرفة واختيار أفضل الطرق وأصلح المواد التى يجب استخدامها فى عمليات التنقية والتبييض ، وهذه الطريقة هي :

١ - يحضر محلول من نترات الفضة باذابة ٢ جم من نترات الفضة فى ٢٠ سم^٣ من الماء الدافئ . .

٢ - يضاف الى محلول نترات الفضة كمية من النوشادر المركزة بالقدر الذى يكفى لتكون راسب بنى .

٣ - تضاف الى محلول نترات الفضة بعد تكون الراسب البنى كمية زائدة من النوشادر المركزة تكفى لاعادة ذوبان الراسب البنى الذى تكون فى الخطوة السابقة .

٤ - تغمس الأوراق التى يجرى فحصها فى المحلول قبل وبعد معالجتها بمواد التنقية والتبييض مدة تكفى لاكتسابها لونا بنيا .

٥ - ترفع الأوراق ثم تغمس فى نوشادر مركزة ويلاحظ مدى التغير فى لونها .

ويمكن الوقوف على مدى تأثير مواد التنقية والتبييض على المكونات السليولوزية للورق من ملاحظة شدة اللون الذى اصطبغ به الورق ، وذلك قبل وبعد معالجته بمواد التنقية والتبييض ، مع الأخذ فى الاعتبار ان شدة اللون تتناسب تناسباً طردياً مع درجة تأثير سليولوز الورق بهذه المواد .

أما فيما يختص بنتائج الدراسات التى أجريت فى هذا المجال فسوف أضعها بين يدي القارئ على صورة جداول وهى الطريقة التى صيغت بها ، وذلك حتى يتمكن من استخلاص مدلولها بطريقة مباشرة .

أولاً - الطرق الكيميائية :

١ - كفاءة المواد المستخدمة فى استخلاص اللجنين .

رقم القيمة	كمية اللجنين قبل العلاج	كمية اللجنين بعد العلاج	ملاحظات
١	١٠	٢٥	تحول لون الورق الناتج الى اللون الأصفر المائل الى البنى
٢	١٠	٢٠٠	
٣	١٠	٢٠٠	
٤	١٠	١	- لم يحدث تغير ملحوظ فى صلابة الورق المعالج .
٥	١٠	١٥	- لم تتأثر مواد الكتابة .
٦	١٠	١٥	- زادت درجة نضاعة الورق وتغير لون البقع البنية التى كانت موجودة قبل العلاج الى اللون الأصفر المائل الى البنى
٧	١٠	٢٠٠	
٨	١٠	٢٠٠	
٩	١٠	٢٠٠	

جدول يوضح مدى فاعلية غاز ثانى أكسيد الكلورين فى استخلاص اللجنين . وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية لللجنين قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطيت مجازاً كمية اللجنين الموجودة بالورق قبل العلاج القيمة (١٠) .

رقم العينة	كمية اللجنين قبل العلاج	كمية اللجنين بعد العلاج	ملاحظات
١	١٠	١٠	لم تتأثر صلابة الورق
٢	١٠	٩.٥	تأثرت صلابة الورق بدرجة صغيرة
٣	١٠	٩.٠٠	انخفضت صلابة الورق بدرجة ملحوظة
٤	١٠	٩.٠٠	انخفضت صلابة الورق بدرجة ملحوظة زادت درجة نضاعة الورق في جميع العينات زيادة ملحوظة .

جدول يوضح فاعلية غاز الكلور المتولد من مادة هيبو كلوريت الصوديوم في استخلاص اللجنين ٠٠ وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية لللجنين قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطيت مجازا كمية اللجنين الموجودة بالورق قبل العلاج القيمة (١٠) .

رقم العينة	كمية اللجنين قبل العلاج	كمية اللجنين بعد العلاج	ملاحظات
١	١٠	١٠	لم تتأثر صلابة الورق بالعلاج
٢	١٠	١٠	» » » »
٣	١٠	١٠	» » » »
٤	١٠	١٠	» » » »
			بقيت درجة نضاعة الورق كما هي دون تغير ملحوظ .

جدول يوضح فاعلية غاز الكلور المتولد من مادة الكلورامين (ت) في استخلاص اللجنين ٠٠ وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية لللجنين قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطيت مجازا كمية اللجنين الموجودة بالورق قبل العلاج القيمة (١٠) .

(ب) تأثير مواد التبييض على المكونات السليولوزية للورق :

رقم العينة	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل العلاج .	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد العلاج .
١	١٠	١٠ (على وجه التقريب)
٢	١٠	١٠
٣	١٠	١٠
٤	١٠	١٠
٥	١٠	١٠
٦	١٠	١٠
٧	١٠	١٠
٨	١٠	٩.٥
٩	١٠	١٠ (على وجه التقريب)

جدول يوضح تأثير غاز ثاني أكسيد الكلورين على المكونات السليولوزية للورق ٠٠ وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطي مجازا كمية المكونات السليولوزية قبل العلاج القيمة (١٠) .

رقم العينة	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل العلاج	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد العلاج
١	١٠	٩.٠٠
٢	١٠	٨.٥٠
٣	١٠	٨.٠٠
٤	١٠	٨.٠٠
٥	١٠	٨.٥٠
٦	١٠	٧.٥٠
٧	١٠	٩.٠٠
٨	١٠	٨.٠٠
٩	١٠	٨.٥٠

جدول يوضح تأثير هيبوكلوريت الصوديوم على المكونات السليولوزية للورق ٠٠ وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطي مجازا كمية المكونات السليولوزية قبل العلاج القيمة (١٠) .

رقم العينة	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل العلاج •	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد العلاج •
١	١٠	١٠
٢	١٠	١٠
٣	١٠	١٠
٤	١٠	١٠
٥	١٠	١٠
٦	١٠	١٠
٧	١٠	١٠
٨	١٠	١٠
٩	١٠	١٠

جدول يوضح تأثير الكلورامين (ت) على المكونات السليولوزية للورق ٠٠ وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطي مجازا كمية المكونات السليولوزية قبل العلاج القيمة (١٠) •

رقم العينة	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل العلاج •	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد العلاج •
١	١٠	٩٥٠
٢	١٠	٩٥٠
٣	١٠	٨٥٠
٤	١٠	٩٥٠
٥	١٠	٩٥٠
٦	١٠	٩٥٠
٧	١٠	٨٥٠
٨	١٠	٨٥٠
٩	١٠	٩٥٠

جدول يوضح تأثير فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأوكسيجين) دون أن تضاف اليه مواد قلوية على المكونات السليولوزية للورق ٠٠ وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطي مجازا كمية المكونات السليولوزية قبل العلاج القيمة (١٠) •

رقم العينة	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل العلاج •	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد العلاج •
١	١٠	١٠
٢	١٠	١٠
٣	١٠	١٠
٤	١٠	١٠
٥	١٠	١٠
٦	١٠	١٠
٧	١٠	١٠
٨	١٠	١٠
٩	١٠	١٠

جدول يوضح تأثير فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأكسجين)
المضاف اليه مواد قلوية على المكونات السليولوزية للورق ٠٠ وقد عبرت
فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية قبل وبعد العلاج بالأرقام
وأعطيت مجازا كمية المكونات السليولوزية قبل العلاج القيمة (١٠) •

رقم العينة	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل العلاج •	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد العلاج •
١	١٠	١٠ (على وجه التقريب)
٢	١٠	» ١٠
٣	١٠	» ١٠
٤	١٠	» ١٠
٥	١٠	» ١٠
٦	١٠	» ١٠
٧	١٠	» ١٠
٨	١٠	» ١٠
٩	١٠	» ١٠

جدول يوضح تأثير هيدروكبريتيت الصوديوم على المكونات
السليولوزية للورق ٠٠ وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للمكونات
السليولوزية قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطيت مجازا المكونات السليولوزية
قبل العلاج القيمة (١٠) •

ثانيا - طرق قياس الخواص الفيزيو - ميكانيكية

قبل أن أبدأ فى سرد نتائج الدراسات التى أجريت بغرض الوقوف على مدى تأثير المواد الكيميائية التى تستخدم عادة فى عمليات تبييض الورق على خواصه الفيزيو - ميكانيكية ، يهمنى أن أنوه الى أن النتائج التى سوف يأتى ذكرها فى هذا الخصوص مستخلصة من عدد من الدراسات قام بها مركز الصيانة والترميم بمكتبة ليننجراد الشهيرة .

وقد أجريت هذه الدراسات باستخدام عينات مأخوذة من أنواع مختلفة من أوراق الطباعة وأوراق الجرائد لكونها أقل أنواع الأوراق ثباتا وأكثرها قابلية للتلف بفعل المواد الكيميائية . وهذه النتائج هى :

رقم سلسل	المعالجة	مدى تحول الورق للطى مقبرا عنه بعدد مرات الطى المزدوجة .		مقاومة الورق للكسر مقبرا عنها بالكيلوجرام		قابلية الورق للشد او الطى مقبرا عنها بالنسبة المئوية .	
		اسراع صناعى فى القدم لمدة		اسراع صناعى فى القدم لمدة		اسراع صناعى فى القدم لمدة	
		خمس ايام		خمس ايام		خمس ايام	
		عشرة ايام	عشرة ايام	عشرة ايام	عشرة ايام	عشرة ايام	عشرة ايام
١ -	مغلول ٥٠% من حمض الفوسفوريك	٩١	٤٧	٢٦	٢٥٦	٢٣١	٢١٩
٢ -	مغلول ١% من حمض الفوسفوريك	٧١	٣٩	٢٢	٢٣	٢٣٢	٢١١
٣ -	مغلول ٢٥% من حمض الفوسفوريك	٧٨	٧٠٠	٣٧	٢٣٤	٢٥٤	٢٢٨
٤ -	مغلول ٥% من حمض الفوسفوريك	٧٨	٥٥	٣٤	٢٥٢	٢٠٩	٢٢٦
٥ -	عينة غير معالجة بحمض الفوسفوريك	١١٨٠	٥٦٠	٢١	٣٠٨	٢٧٥	٢٧٤

جدول يوضح مدى تأثير حمض الفوسفوريك الذى يستخدم فى عمليات تبييض الورق باستخدام برمنجنات البوتاسيوم على الصلابة الميكانيكية للورق وقد عولجت عينات الورق المأخوذة من ورق الطباعة من النوع المعروف باسم (viswera) بـ حمض الفوسفوريك الذى تراوحت نسب تركيزه من ٥٠% الى ٥% لمدة ٢٠ دقيقة ، وذلك قبل وبعد عمليات الاسراع الصناعى فى القدم التى أجريت للورق عند درجة حرارة ٨٠° م ودرجة رطوبة نسبية مقدارها ٧٠% .

جدول يوضح تأثير كل من حمض الأوكساليك وحمض الخليك اللذين يستخدمان في عمليات تبيض الورق باستخدام برمنجنات البوتاسيوم على الصلابة الميكانيكية للورق . وقد عولجت عينات الورق المأخوذة من ورق الجرائد من ورق الترشيع المستخدم في المعامل بنسب تركيز مختلفة من هذين الحمضين وذلك قبل وبعد عمليات الاسراع الصناعي في اللقلم التي أجريت للورق عند درجة حرارة ٨٠ درجة م ودرجة رطوبة نسبية مقدارها ٨٠ ٪ .

المعالجة ونوع الورق المستخدم	مدى تعطل الورق للطى بعدد مرات الطى المزدوجة		قبل عمليات الاسراع		مقاومة الورق للتمزق		قبل عمليات الاسراع		قابلية الورق للشد او التمدد	
	في عمليات الاسراع الصناعي في اللقلم	امسراع صناعي في اللقلم لمدة خمسة ايام	في عمليات الاسراع الصناعي في اللقلم	امسراع صناعي في اللقلم لمدة خمسة ايام	بالكيلو جرامات	مقاومة الورق للتمزق	امسراع صناعي في اللقلم لمدة خمسة ايام	قبل عمليات الاسراع الصناعي في اللقلم	قابلية الورق للشد او التمدد	بالنسبة للتوية
ورق جرائد من نوع جوركي (Gorkii)	٣٢	من ١٣ الى ١٩	١٣٨٩	من ١٤ الى ١٦	١٦٨٣	١١٠	من ١٢ الى ١٨	١٠٩٨	١٠٩٨	١٠٩٨
	٣١٠	لقد الورق صلابته وقتت	١٥٥	لقد الورق صلابته وقتت	١٥٥	١٦٣	لقد الورق صلابته وقتت	١٦٣	١٥٥	١٥٥
	١٠٠	لقد الورق صلابته وقتت	١٥٩	لقد الورق صلابته وقتت	١٥٩	١٦٣	لقد الورق صلابته وقتت	١٦٣	١٥٩	١٥٩
ورق ترشيع من النوع المستخدم في المعامل	٢٩٠	١٢	١٥٩	١٢	١٥٩	١٦٣	١٥٩	١٦٣	١٥٩	١٥٩
	١٦٥	١١٥	١٥٩	١٢	١٥٩	١٦٣	١٥٩	١٦٣	١٥٩	١٥٩
الحالة الابتدائية دون معالجة	٣٢	١٣	١٣٨٩	١٤	١٦٨٣	١١٠	١٤	١٦٨٣	١١٠	١٦٨٣
محلول ٢ ٪ من حمض الأوكساليك	٣١٠	١٥٥	١٥٥	١٥٥	١٥٥	١٦٣	١٥٥	١٥٥	١٥٥	١٥٥
محلول ٥ ٪ من حمض الأوكساليك	١٠٠	١٥٩	١٥٩	١٥٩	١٥٩	١٦٣	١٥٩	١٥٩	١٥٩	١٥٩
محلول ٢٠ ٪ من حمض الأوكساليك	٢٩٠	١٢	١٥٩	١٢	١٥٩	١٦٣	١٥٩	١٦٣	١٥٩	١٥٩
محلول ١ ٪ من حمض اقليليك	١٦٥	١١٥	١٥٩	١٢	١٥٩	١٦٣	١٥٩	١٦٣	١٥٩	١٥٩
ورق ترشيع من النوع المستخدم في المعامل	٣٢	١٣	١٣٨٩	١٤	١٦٨٣	١١٠	١٤	١٦٨٣	١١٠	١٦٨٣
الحالة الابتدائية دون معالجة	٣١٠	١٥٥	١٥٥	١٥٥	١٥٥	١٦٣	١٥٥	١٥٥	١٥٥	١٥٥
محلول ٢ ٪ من حمض الأوكساليك	١٠٠	١٥٩	١٥٩	١٥٩	١٥٩	١٦٣	١٥٩	١٥٩	١٥٩	١٥٩
محلول ٢٠ ٪ من حمض الأوكساليك	٢٩٠	١٢	١٥٩	١٢	١٥٩	١٦٣	١٥٩	١٦٣	١٥٩	١٥٩
محلول ١ ٪ من حمض اقليليك	١٦٥	١١٥	١٥٩	١٢	١٥٩	١٦٣	١٥٩	١٦٣	١٥٩	١٥٩

جدول يوضح تأثير محلول نسبة تركيزه ٢٠ ٪ من هيدروكربونيت الصوديوم الذي يستخدم في عمليات التبييض باستخدام برمنجنات البوتاسيوم على الصسلاية الميكانيكية للورق وقد عولجت عينه الورق الماخوذة من ورق الجرائد من نوع جوركي (Gorkii) بمحلول هيدروكربونيت الصوديوم لمدة ٢٠ دقيقة ثم عولجت بالماء لمدة ٢٠ دقيقة أخرى وذلك قبل وبعد عمليات الاسراع الصناعي في القلم التي أجريت للورق عند درجة حرارة ٨٠ درجة م ودرجة رطوبه نسبية مقدارها ٨٠ ٪ .

قابلية الورق للبط أو اللسد معبرا عنها بالنسبة الكتوية .		مقاومة الورق للكسر معبرا عنه بالكيل جرامات .		مدى تفعل الورق قللي مدبرا عنه بمسند مرات القلي الزروجة .		المعالجة
اسراع صناعي في القلم لمدة خمسة ايام .	أقل عمليات الاسراع الصناعي في القلم	اسراع صناعي في القلم لمدة خمسة ايام .	قبل عمليات الاسراع الصناعي في القلم	اسراع صناعي في القلم لمدة خمسة ايام .	قبل الاسراع الصناعي في القلم	
من ٢٠٩٢ الى ٢٠٩٩	١٠١	من ١٦٩٤ الى ١٦٨٣	١٦٨٩	من ٢٠٩ الى ١٠٣	٢	
٢٠٩	١٦٨٣	١٦٩١	١٦٩٠	١٠٣	٢٠٥	الحالة الطبيعية بدون معالجة المعالجة بمحلول من هيدروكربونيت الصوديوم نسبة تركيزه ٢٠ ٪ لمدة ٢٠ دقيقة . المعالجة بالماء لمدة ٢٠ دقيقة
٢٠٩	١٦٨٣	١٦٧٣	١٦٥٤	١٠٥	٢٠٢	

جدول يوضح تأثير محاليل التبييض المستخدمة لازالة بقع الاحبار على الصلابة الميكانيكية للورق . وقد عولجت عينات الورق المأخوذة من ورق الطباعة من النوع المعروف باسم (Arkhangelsk) قبل وبعد عمليات الاسراع الصناعي فى قدم الورق التى أجريت للورق عند درجة حرارة ٨٠ درجة م ودرجة رطوبة نسبية مقدارها ٨٠ ٪ .

المعالجة	تحمل الورق للظي متبراً عنه بعدد مرات الظي للزوجة		مقاومة الورق للكسر معبراً عنها بالكيلو جرامات		قابلية الورق للشد أو الظ معبراً عنها بالنسبة المئوية .	
	قبل عمليات الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى فى القدم لمدة خمس أيام	قبل عمليات الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى فى القدم لمدة خمس أيام	قبل عمليات الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى فى القدم لمدة خمس أيام
١ - الحالة المبدئية بدون معالجة	١٢٢٦	٤٤	٣٢٣٥	٣٢٨٥	٢٢٧٧	١٢٦٥
٢ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم بعد ذلك بمحلول ٢٪ من حمض الاوكساليك (٤ مرات)	١٢٢٩	صفر	٢٢٦٧	١٢٦٦	٢٢٩٨	سـ
٣ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم بعد ذلك بمحلول ٥٪ من حمض الاوكساليك (٤ مرات)	١١٢٢	صفر	٢٢٧٩	١٢٤٥	٢٢٤٨	٠٨
٤ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم بعد ذلك بمحلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم	١٥٥٥	٢٤	٣٢٠٣	٢٢٥٠	٢٢٥٦	من ١٢٦ الى ١٢٨
٥ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم بعد معالجة اولية بمحلول ١٪ من حمض الخليك واخيراً معالجة بمحلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم (٤ مرات)	١٤٢٢	٤٩	٢٢٩٩	٢٢٥٣	٢٤	١٢٧٩
٦ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم معالجة تالية بمحلول ١٪ من حمض الخليك واخيراً معالجة بمحلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم (٤ مرات)	١٠٢٦	٥٨	٢٢٨٣	٢٢٨٩	٢٢٥٣	٢٢٠٢
٧ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم بعد ذلك بمحلول ٢٪ من ميتاينكبريتيت البوتاسيوم (٤ مرات)	١٠٢٦	٠٤	٣٢٠١	٣٢١٥	٢٢٩٩	سـ

جدول يوضح تأثير محاليل التبييض المستخدمة لازالة بقع الأجبار على الصلابة الميكانيكية للورق . وقد عولجت الأوراق المأخوذة من ورق الجرائد من نوع جوركي (Gorkii) قبل وبعد عمليات الاسراع الصناعي في قدم الورق التي أجريت للورق عند درجة حرارة ٨٠ درجة م ودرجة رطوبة نسبية مقدارها ٨٠ % .

تعمل الورق للطي		مقاومة الورق للكسر		قابلية الورق للشد او المطعبرا عنها بالنسبة المتوية	
معبرا عنه بعد مرات الطي المزدوجة	قبل عمليات	معبرا عنها بالكيلوجرامات	قبل عمليات	الظ معبرا عنها بالنسبة المتوية	الظ معبرا عنها بالنسبة المتوية
اسراع صناعي في القمم لمدة خمسة ايام	اسراع صناعي في القمم لمدة خمسة ايام	اسراع صناعي في القمم لمدة خمسة ايام	اسراع صناعي في القمم لمدة خمسة ايام	اسراع صناعي في القمم لمدة خمسة ايام	اسراع صناعي في القمم لمدة خمسة ايام
٣٠٢	من ٠٩ الى ١٣	١٨٩	من ١٦٤ الى ١٨٣	١٠١	١٠١
٤٤	صفر	١٦٢	١٠٥١	١٠١	١٠١
٣١	١	١٧٥	١٦٦	١٠١	١٠١
٤٣	٠٩	١٧٣	١٧٦	١٠١	١٠١
٢٨	٠٣	١٦	١٣٨	١٠١	١٠١
٤٦	٠٨	١٥٨	١٥٧	١٠١	١٠١
٣١	١٢	١٧٥	١٥٩	١٠١	١٠١

المعالجة

١ - الحالة المبدئية بدون معالجة .
 ٢ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم معالجة تالية بمحلول ٢٪ من حمض الأوكساليك وأخيرا بمحلول ٢٪ من كبريتيت الصوديوم (٤ مرات) .
 ٣ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم معالجة تالية بمحلول ٢٪ من حمض الليبسونيك وأخيرا بمحلول ٢٪ من كبريتيت الصوديوم (٤ مرات) .
 ٤ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم معالجة تالية بمحلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم (٤ مرات) .
 ٥ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم بمحلول ١٪ من حمض الخليك وأخيرا بمحلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم (٤ مرات) .
 ٦ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم معالجة تالية بمحلول ٢٪ من ميتا-بيكبريتيت البوتاسيوم (٤ مرات) .
 ٧ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم بنسبة ٠.٥٪ وحمض الفوسفوريك بنسبة ٠.٤٪ ثم معالجة تالية بمحلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم (٤ مرات) .

سادسا - ازالة الحموضة الزائدة

اثبت بارو (W. J. Barrow) أن الأحماض الحرة تتواجد عادة بالورق اما عن طريق المواد المستخدمة في صناعة الورق - وبالأخص الشب والقلفونية - أو عن طريق الشوائب الغازية الحمضية الموجودة بالجو - وبالأخص غاز ثاني أكسيد الكبريت - أو عن طريق الأحبار المستخدمة في الكتابة - وبالأخص أحبار الحديد - كما أثبت أن الأحماض الحرة تعد واحدة من الأسباب الرئيسية التي تؤدي الى تلف الورق .

ولقد سبق أن ذكرنا أن الأحماض الحرة القوية تؤدي الى تكسر أو تهتك الروابط الكيميائية التي تربط بين جزيئات الجلوكوز في سلاسل السليولوز مؤدية الى اضعاف متانة ألياف السليولوز وهذا بدوره يؤدي الى ضياع أو فقد قوة الأوراق المصنوعة منها . . . وقلنا أيضا أنه يتعين لهذا السبب مداومة قياس درجة حموضة الورق (PH. Value) حتى لا يتأخر علاجه عن الوقت المناسب .

والآن وقبل أن نتناول طرق ازالة الحموضة الزائدة يهمنى أن أبين للقارئ ماذا يعنى الكيميائيون بقولهم هذا حمض قوى وذلك حمض ضعيف أو هذه مادة قلوية قوية وتلك مادة قلوية ضعيفة ، وذلك حتى لا يحدث خلط بينها وبين الألفاظ التي تستخدم للتعبير عن كمية الأحماض أو القلويات في محاليلها والتي يعبر عنها عادة بالقول هذا حمض مركز وذلك حمض مخفف أو هذه مادة قلوية مركزة وتلك مادة قلوية مخففة .

ويعنى بالحمض القوى أو المادة القلوية القوية ، الحمض أو القلوى الذى يتأين فى محلوله تأينا كاملا معطيا أيونات هيدروجين (H^+) بالنسبة للحمض أو أيونات هيدروكسيل (OH^-) بالنسبة للمادة القلوية . . أما الحمض الضعيف أو المادة القلوية الضعيفة ، فهو الحمض أو القلوى الذى يتأين فى محلوله تأينا محدودا معطيا عددا قليلا جدا من أيونات الهيدروجين أو أيونات الهيدروكسيل ، وتكون هذه الأيونات فى حالة توازن مع الجزاء غير المتأين من الحمض أو المادة القلوية .

ولما كان أخطر غازات التلوث الجوى هو غاز ثاني أكسيد الكبريت الذى يتحول كما سبق أن ذكرنا الى حمض الكبريتيك ، وهو أحد الأحماض القوية ، فسوف تتطلب عملية ازالة حموضة الورق استخدام قلويات قوية حتى تتم بالكفاءة المطلوبة ، الأمر الذى قد يؤدي الى تلف الأوراق المعالجة ومن هذا يمكن القول بأنه يجب أن تتوفر فى المادة القلوية التى يمكن استخدامها بأمان فى عمليات ازالة حموضة الورق الخصائص الآتية :

- ١ - يجب أن تكون أحد القلويات القوية التى تكون أملاحا متعادلة .
- ٢ - يجب أن يكون القدر الزائد من المادة القلوية المستخدمة الذى يظل بالأوراق المعالجة قابلا للتحويل الى الحالة المتعادلة .

ولعل من أفضل المواد القلوية التى يتحقق فيها هذان الشرطان هيدروكسيد الكالسيوم ، وذلك على أساس أنه مادة قلوية قوية ولكنه يتحول بسهولة بفعل غاز ثانى أكسيد الكربون فى الجو أو بتفاعله مع محلول بيكربونات الكالسيوم الى كربونات الكالسيوم وهى مادة بيضاء متعادلة تقريبا وغير قابلة للذوبان فى الماء .

ويستخدم هيدروكسيد الكالسيوم لازالة الحموضة الزائد من الأوراق فى الحالات التى لا تتأثر فيها النقوش والكتابات بالماء أو المحاليل المائية ، وذلك باتباع الخطوات الآتية :

- ١ - توضع الأوراق المراد علاجها بين شبكتين من الألومنيوم .
- ٢ - تغمر الأوراق بعد ذلك لمدة عشرين دقيقة فى ماء الجير - هيدروكسيد الكالسيوم - وبحيث لا تزيد درجة تركيزه عن ١٥ ٪ ، وبذلك يتعادل الحمض الموجود بالورق وفى نفس الوقت سوف تظل بالأوراق المعالجة كمية صغيرة من الجير زيادة عن الكمية اللازمة لمعادلة الحمض .
- ٣ - تنقل الأوراق مباشرة الى حمام آخر به محلول من بيكربونات الكالسيوم الذائبة فى الماء بنسبة تركيز ٢ ٪ لمدة عشرين دقيقة أخرى .

وبهذه الكيفية سوف تتحول الكمية الصغيرة من الجير أى هيدروكسيد الكالسيوم التى تحتويها الأوراق المعالجة الى كربونات الكالسيوم التى تلتصق بالورق وتحفظه فى المستقبل اذا تعرض لفعل أجواء حمضية .

أما فى حالة الأوراق التى تتأثر فيها النقوش والكتابات بالماء أو بالمحاليل المائية فيمكن استخدام مواد قلوية من النوع القابل للذوبان فى المذيبات العضوية . ويستخدم عادة لهذا الغرض هيدروكسيد الباريوم الذائب فى الكحول المثلى النقى ، وذلك على أساس أن هيدروكسيد الباريوم فضلا عن قابليته للذوبان فى الكحول يتميز - شأنه فى ذلك شأن هيدروكسيد الكالسيوم - بأنه أحد القلويات القوية وبأنه يتحول الى كربونات الباريوم ، وهى مادة بيضاء متعادلة تقريبا وغير قابلة للذوبان فى الماء . وتجرى عملية ازالة الحموضة الزائدة باستخدام هيدروكسيد الباريوم فى الخطوات الآتية :

١ - يحضر محلول هيدروكسيد الباريوم بإذابة ١٩ جم من هيدروكسيد الباريوم (Bariumhydroxide octahydrate) فى لتر من الكحول المثلج النقى .

٢ - توضع الأوراق المراد علاجها على لوح نظيف من الزجاج .

٣ - تعالج الأوراق اما برشها بالمحلول باستخدام مسدس رش صغير أو باستخدام فرشاة ناعمة رفيعة .

٤ - تترك الأوراق لتجف ثم تفرد بوضعها فى مكبس يدوى أو آلى لمدة ٢٤ ساعة .

ومن الضرورى جدا قبل البدء فى العمل اختبار مدى مقاومة مواد الكتابة لتأثير المحلول المستخدم لازالة الحموضة .

سابعاً - الصقل والتقوية بالطرق اليدوية والميكانيكية

من المعروف جيداً أن الخواص الفيزيائية والكيميائية للورق تتغير بمرور الزمن ، وهو ما يعبر عنه بتقادم الورق . وبترتب على قدم الورق حدوث نقص فى متانته ، أى حدوث نقص فى صلابته الميكانيكية . ويتضح هذا من اصابة الأوراق القديمة بالضعف أو التفتت .

ويتوقف مدى التلف الذى يتعرض له الورق على عدة عوامل منها ، نوعية الألياف والمواد غير السليولوزية التى تدخل فى تركيبه ومنها أيضاً طبيعة الأجواء التى يتعرض لها سواء عند العرض أو عند التخزين .

ولما كانت التغيرات التى تحدث فى الخواص الفيزيائية والكيميائية للورق تسير فى اتجاه واحد ، أى أنها غير عكسية (Irreversible) فإنه يصبح من الضرورى صقله وتقويته سواء بالطرق اليدوية أو الميكانيكية حتى يمكن بذلك تناوله والمحافظة عليه .

وفيما يلى سوف نتناول بالتفصيل عمليات الصقل والتقوية التى تجرى للأوراق القديمة والمواد التى تستخدم فيها وهى على النحو التالى :

أولاً - عمليات الصقل

يفقد الورق قوته وتزداد مساميته عندما تتآكل مواد الصقل ويتحول تدريجياً الى ما يشبه أوراق النشاف ، وبذلك تزداد قابليته للتبقع مما يستوجب إعادة صقله .

ويجب قبل اعادة الصقل تثبيت الكتابات والنقوش وتنظيف الورق مما قد يكون عالقا به من أتربة وأوساخ سواء كانت هذه الأتربة والأوساخ سطحية أو متداخلة بين أليافه ، كما يجب ازالة الحموضة الزائدة والقيام بعمليات التبييض لازالة البقع والأوساخ التي لا تجدى معها عمليات الغسيل العادية .

ويستخدم فى عمليات اعادة الصقل أحد المواد الآتية حسب طبيعة الورق والحالة التي أصبح عليها وحسب الظروف السائدة فى أماكن العرض والتخزين وهى :

١ - محلول غراء الأرنب أو الجيلاتين ٠٠ وهو يتكون من :

١٢ جم	غراء أرنب أو جيلاتين
٠.٤٨ جم	أحد الصوابين أو المنظفات غير الأيونية
٢٤ مليلترا	كحول نقي
٨ مليلترا	جلسرين
٢٥ مليلترا	بيتاناثول (محلول كحولى ١٠٪)
٣١٥ مليلترا	ماء

ويحضر بالطريقة الآتية :

ينقع الغراء أو الجيلاتين فى الماء البارد حتى ينتفخ ثم يصفى الماء .
يضاف الى الغراء أو الجيلاتين بعد ذلك كمية من الماء الساخن مقدارها ١٩٥ سم ٣ مع التقليب المستمر حتى يتم ذوبان الغراء أو الجيلاتين .
يذاب الصابون فى ١٢٠ سم ٣ من الماء الساخن وذلك فى اناء منفصل .

يخلط محلول الغراء والصابون معا ثم يصفى المحلول الناتج من خلال قطعة من قماش الشاش دقيق الفتحات .
يضاف الكحول والجلسرين والبيتاناثول ويقلب المحلول جيدا .
ويحفظ فى زجاجة محكمة الغلق .

ومن الضروري تسخين المحلول عند الاستخدام لدرجة ٥٠ درجة م .

٢ - محلول ٣٪ من الصوديوم كاربوكسى مثيل سليولوز
Sodium Carboxy methyl Cellulose

ويحضر هذا المحلول بإضافة ٣٠ جم الى لتر من الماء الدافئ ٠٠
ويقلب جيدا حتى يتكون محلول متناسق القوام .

٣ - محاليل لدائن البولى ميثاكريلات (Polymethacrylates)

وهى احدى اللدائن التى تنتمى الى النوع المعروف باسم لدائن
الثرمو بلاستيك (Thermo plastic) أى اللدائن التى تنصهر أو تلين
بالحرارة ثم تتجمد ثانية عندما تبرد ٠٠ ومثل هذه اللدائن تكون عادة
قابلة للذوبان فى المذيبات العضوية الا اذا كانت ذات تبلر عال جدا ٠٠
ولدائن البولى ميثاكريلات ثابتة فى الضوء وقابلة للذوبان فى الطولوين
وزيت التربنتين والهيدروكربونات الأليفاتية التى تحتوى على ٢٥٪ على
الأقل من الهيدرو - كربونات الأروماتية ٠٠ ومن أنواعها الشائعة
الاستعمال النوع المعروف بالاسم التجارى البيداكريل (Bedacryl 122 X)
وهو يستخدم بعد تخفيفه بالطولوين ٠٠ وتوجد مستحلبات (Emulsion)
أساسها لدائن الميثاكريلات تنتجها شركات كثيرة تحت أسماء تجارية منها
الروبلكس أ ج ٣٣ (Rhoplex A-C 33) والبريمال (Primal) وجميع
هذه المستحلبات - أى المحاليل المائية لللدائن البولى ميثاكريلات - تحتوى
على المادة الصلبة بنسب تتراوح ما بين ٢٠ ، ٢١ ٪ وهى تستخدم فى
عمليات الصقل بعد تخفيفها بالماء الى نسب التركيز المناسبة للحالة
موضوع العلاج .

وتستخدم لدائن البولى ميثاكريلات فى عمليات الصقل بعد اذابتها
فى المذيبات العضوية بنسب تركيز مناسبة أو بعد تخفيف مستحلباتها
بالماء الى درجة التخفيف الملائمة أو على صورة بودرة دقيقة الحبيبات تحضر
خصيصا لهذا الغرض بطريقة معينة سوف نتناولها فيما بعد ، أو على
هيئة لدائن مشتركة (Copolymer) من المثيل اكريلات (Methyl acrylate)
والمثيل ميثاكريلات (Methyl methacrylate) تحضر خصيصا لهذا
الغرض بطريقة خاصة سنتناولها أيضا فيما بعد عند الحديث عن طرق
اعادة صقل الأوراق القديمة .

وفىما يلى سوف نتحدث عن الطرق التى يمكن اتباعها فى عمليات
اعادة الصقل تطبيقا على بعض المواد الشائعة الاستخدام فى هذا المجال
وذلك على النحو التالى :

صقل الأوراق القديمة باستخدام لدائن الميثاكريلات المشتركة من المثيل اكريلات والمثيل ميثاكريلات .

Aqueous Dispersion of the Copolymer of
Methyl Acrylate and Methyl Methacrylate.

والواقع هو أن كلا من لدائن المثيل اكريلات والمثيل ميثاكريلات
ينفرد بخصائص مميزة له ، فلدائن الميثاكريلات تعطى بعد جفافها غشاء
شديد الليونة ، أما لدائن المثيل ميثاكريلات فانها تعطى بعد جفافها غشاء
صلبا شفافا ولكنه ثابت من الناحية الكيميائية ، ولذلك فان الجمع بينهما
فى صورة لدائن مشتركة (Copolymer) سوف يعطى بعد الجفاف غشاء
يجمع بين خواصهما ومميزاتهما ، وهذا أمر مستحب بطبيعة الحال .

وتجرى عملية الصقل باتباع الخطوات الآتية :

١ - تحضر لدائن المثيل اكريلات والمثيل ميثاكريلات المشتركة بإضافة
مونومر المثيل ميثاكريلات (Methyl Methacrylate monomer) الى
مستحلب البولى ميثل اكريلات السابق تسخينه الى درجة حرارة
٧٥ درجة م ببطء شديد مع مداومة التقليب بواسطة جهاز تقليب
كهربائى حتى يمتزجا تماما ، وبعد ذلك يسخن المزيج لمدة ساعة
عند درجة حرارة ٨٠ درجة م .

وقد أثبتت التجارب أنه كلما قلت نسبة المثيل ميثاكريلات
كلما زادت ليونة الغشاء الناتج بعد الجفاف وأن أفضل النتائج
يمكن الحصول عليها بإضافة مونومر المثيل ميثاكريلات الى مستحلب
البولى مثيل اكريلات بنسبة ٥٠ الى ١ .

٣ - يخفف مستحلب لدائن المثيل اكريلات المشتركة بعد تجهيزه بالماء
بنسبة ١ : ٢ أو ١ : ٣ حسب الحالة .

٣ - يضاف الجلسرين - وهو هنا يستخدم كمادة ملدنة - الى مستحلب
لدائن المثيل اكريلات المشتركة بعد تخفيفه بنسبة ١ : ٤ كما يضاف
اليه نقطة بنقطة كمية من محلول النوشادر تكفى لجعله قويا .

٤ - توضع الأوراق المراد إعادة صقلها على ألواح من الزجاج مبللة بالماء
ثم تفرد بالضغط عليها بحذر شديد براحة اليد .

٥ - تسقى الأوراق بعد فرزها بمستحلب لدائن الميثاكريلات المشتركة
بعد تجهيزه على النحو المشار اليه باستخدام فرشاة ناعمة ، وعلى أن
يراعى عدم الافراط فى استخدام المستحلب .

٦ - ترفع الأوراق المعالجة بعد أن تتشرب المستحلب وتوضع بين ورقتين
من الورق المشيع بشمع البرافين ، ثم تنقل الى مكبس يدوى وتظل
به الى أن تجف تماما .

صقل الأوراق باستخدام بودرة دقيقة الحبيبات من لدائن البولى مثيل ميثاكريلات

لدائن البولى مثيل ميثاكريلات هى نوع من راتنجيات الاكريليك وتتميز بشفافيتها الكبيرة وبثباتها الكيميائى ٠٠ وللحصول على بودرة دقيقة الحبيبات من لدائن البولى مثيل ميثاكريلات قابلة للالتصاق بسطح الأوراق المراد صقلها يجب أن تتم عملية استحلاب وبلمرة مونومر المثل ميثاكريلات (Methyl Methacrylate monomer) فى الماء ٠٠

وتحضر بودرة البولى ميثاكريلات دقيقة الحبيبات على النحو الآتى :

١ - توضع كمية مناسبة من ماء ساخن درجة حرارته ٧٠ درجة م فى قارورة من الزجاج مستديرة القاع ويضاف اليه مونومر المثل ميثاكريلات بنسبة فى حدود ١ : ٥ يبطء شديد مع مداولة التقليب، ثم تضاف اليهما مادة بيركبريتات الأمونيوم (Ammonium persulphate)

وهي تعمل هنا كمادة مستحلبة وكعامل مساعد (Emulsifier and Catalyst)

وذلك بواقع ٥ ٪ بالنسبة لمونومر المثل ميثاكريلات .

٢ - يركب على القارورة الزجاجية مكثف مائى (Reflux condenser) وتوضع على حمام مائى درجة حرارته حوالى ٨٥ درجة م لمدة ساعة على الأقل (*) .

٣ - بعد أن يتم التفاعل وتكون بودرة البولى مثيل ميثاكريلات دقيقة الحبيبات يرشح الماء أو يصفى وتجفف البودرة فى درجة الحرارة العادية باستخدام تيار من الهواء وبذلك تصبح صالحة للاستعمال فى عملية الصقل .

(*) لا بد من التنويه الى أن ظروف العمل الصحيحة فى عملية تحضير بودرة البولى مثيل ميثاكريلات من حيث نسبة مونومر المثل ميثاكريلات الى الماء وكذلك كمية المادة المستحلبة ودرجة الحرارة المناسبة والوقت الذى يستغرقه التفاعل لا بد وأن تحدد وفق تجارب معملية ، وذلك على أساس أنه لم يمكن الوصول الى مواصفات معينة يمكن العمل وفقا لها فى كل الحالات ٠٠ وعلى أية حال فانه يمكن الحكم على نجاح عملية تحضير بودرة البولى مثيل ميثاكريلات بعدم تكون طور زيتى (Oily phase) كناتج جانبية أثناء عملية البلمرة ٠٠ ومن ناحية أخرى يمكن الوقوف على حدوث التفاعل عن طريق غمس شريط من الورق فى المحلول ثم رفعه وتجفيفه ٠٠ وتكون بودرة بيضاء شديدة الالتصاق بسطح الورق يدل دلالة واضحة على انتهاء التفاعل بطريقة سليمة .

وتجرى عملية إعادة صقل الأوراق القديمة باستخدام بودرة البولى
مثيل ميثاكريلات دقيقة الحبيبات باتباع الخطوات الآتية :

١ - بعد الانتهاء من تحضير بودرة البولى مثيل ميثاكريلات توضع الأوراق
المراد صقلها على ألواح من الزجاج ثم يغطى سطحها بطبقة رقيقة
من هذه البودرة باستخدام فرشاة ناعمة جافة من الوبر ، وذلك عن
طريق غمسها فى البودرة ثم المرور بها برفق على سطح صحائف
الورق الى أن تملأ مسامها ويتغطى سطحها بطبقة رقيقة جدا من
البودرة .

٢ - تغطى الأوراق بعد تشبيع مسامها وتغطية سطحها بالبودرة بقماش
من الملينكس ثم يضغط عليها بمكواه كهربائية محماه لدرجة حرارة
٨٠ درجة م الى أن تلتصق البودرة بالورق تماما .

٣ - تقلب صحائف الورق وتعالج من الأسطح الخلفية بنفس الطريقة
السابقة .

وتعتبر هذه الطريقة من أفضل الطرق التى يمكن اتباعها لصقل
الأوراق القديمة التى تتأثر كتاباتها ونقوشها بالمحاليل المائية أو المذيبات
العضوية .

ومن ناحية أخرى فقد أثبتت التجارب الكثيرة التى أجريت على
الأوراق التى عولجت بهذه الطريقة أن بودرة البولى مثيل ميثاكريلات ليس
لها تأثير سيئ على الخواص الفيزيو - ميكانيكية للأوراق المعالجة .

صقل الأوراق القديمة بلدائن الميثاكريلات الذاتية فى مذيبات عضوية

ويستخدم فى عملية صقل صحائف الورق القديمة بلدائن
الميثاكريلات الذاتية فى المذيبات العضوية النوع الذى ينتج تجاريا تحت
اسم البيداكريل (Bedacryl 122 X) بعد تخفيفه الى الدرجة المناسبة
باستخدام مزيج من المذيبات العضوية مكون من الطولوين والأسيتون
والكحول الايثيل بنسب متساوية أو بعد تخفيفه باستخدام الداى
كلوروايثان .

وتجرى عملية صقل الأوراق القديمة فى هذه الحالة باتباع الخطوات
الآتية :

١ - تفرد الأوراق المراد صقلها على ألواح من الزجاج .

- ٢ - يحضر محلول الصقل بنسبة تركيز تتراوح ما بين ٢ ، ٣ ٪ باستخدام المذيبات العضوية السابق الإشارة إليها .
- ٣ - ترش الأوراق بمحلول البيداكريل باستخدام مسدس رش مناسب القوة أو باستخدام فرشاة ناعمة .
- ٤ - تترك الأوراق لتجف ثم يعالج السطح الآخر بنفس الطريقة .
صقل الأوراق القديمة باستخدام محلول غراء الأرنب أو الجلوتين أو باستخدام محلول الصوديوم كاربوكسي مثيل سليولوز -
ويجرى العمل فى هذه الحالة باتباع الخطوات الآتية :
 - ١ - تحضر المحاليل بالطريقة السابق الإشارة إليها .
 - ٢ - توضع صحائف الورق المراد صقلها على ألواح من الزجاج مبللة بالماء ثم تفرد بالضغط عليها برفق وحذر براحة اليد .
 - ٣ - تسقى الأوراق بمحاليل الصقل باستخدام فرشاة ناعمة مع مراعاة عدم استخدام محاليل الصقل بكمية تزيد عن القدر الواجب .
 - ٤ - تترك الأوراق لتجف ثم يعالج السطح الآخر بنفس الطريقة .
 - ٥ - ترفع الأوراق المعالجة وتوضع بين ورقتين من الورق المشبع بشمع البرافين ثم تنقل الى مكبس يدوى أو آلى وتظل به الى أن يتم فردها تماما .

ثانيا - عمليات التقوية

(١) التقوية اليدوية :

- تقوى الأوراق القديمة التى فقدت قوتها الى درجة كبيرة بتغليفها بنوع شفاف ورقى جدا من الورق يعرف باسم الورق اليابانى أو الأنسجة الورقية اليابانية (Japanese Paper tissue) وباستخدام أحد المواد اللاصقة السابق الإشارة إليها وهى :
- محلول من غراء الأرنب أو الجلوتين .
 - محلول ٣٪ من الصوديوم كاربوكسي مثيل سليولوز .
 - مستحلبات البولى ميثاكريلات .
- وتجرى عملية تقوية الأوراق القديمة بالطرق اليدوية باتباع الخطوات الآتية :

- ١ - توضع الأوراق المراد تقويتها على ألواح من الزجاج مبللة بالماء ثم تفرد بالضغط عليها برفق وحذر براحة اليد .
 - ٢ - تجهز قطع من الأنسجة الورقية اليابانية بمقاس الأوراق المراد تقويتها .
 - ٣ - تدهن صحائف الورق بالمادة اللاصقة باستخدام فرشاة ناعمة ثم توضع فوقها قطع الأنسجة الورقية اليابانية ويضغط عليهما بعد ذلك بحذر ورفق براحة اليد حتى يلتصقا تماما .
 - ٤ - ترفع الأوراق بعد ذلك وتوضع بين ورقتين من الورق المشبع بشمع البرافين ثم تنتقل الى مكبس يدوى أو آلى وتظل به الى أن تجف تماما .
 - ٥ - تعالج الأوجه الأخرى بنفس الطريقة السابقة .
- ويراعى اختيار الأنسجة الورقية اليابانية التى لا تحجب النقوش والكتابات .

(ب) عمليات التقوية الآلية :

كان لابد حيلال الكميات المتراكمة والمتزايدة من الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية التى تحتاج الى علاج وترميم من التفكير فى وسائل علاج وترميم أكثر انجازا وأقل تكلفة من الوسائل اليدوية التقليدية التى كانت وما تزال متبعة الى وقتنا الحاضر ، ومن هنا بدأ ادخال وسائل العلاج والترميم الآلية فى هذا المجال . . . ومن بين هذه الوسائل التى استحدثت نجد أن طرق التقوية الآلية قد احتلت مكانا بارزا . . . ويطلق المشتغلون فى هذا الحفل اسم التغليف أو بالانجليزية اسم (Lamination) على هذا النوع من عمليات التقوية .

وبالرغم من التنوع والتقدم الهائل الذى حدث فى مجال التقوية الآلية لأوراق الكتب والمخطوطات والوثائق ، الا أننا نجد أن استخداماتها ما زالت حتى الآن قاصرة على تقوية أوراق الجرائد والدوريات ، وما زالت أغلب المعامل المتخصصة تفضل اتباع طرق العلاج والترميم اليدوية التقليدية فى علاج وترميم أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق ذات القيمة الفريدة ، وذلك على أساس أن المواد التى تستخدم فى عمليات التقوية الآلية من اللدائن الصناعية المكتشفة حديثا والتى لم يمر على استخدامها فى هذا المجال الوقت الكافى الذى يكفل الوقوف على حقيقة التغيرات الكيميائية والطبيعية التى قد تحدث لها بمرور الزمن وما قد يصاحب ذلك من أضرار قد تودى بالوثيقة أو المخطوطة .

وفيما يلي سوف نقدم للقارئ سردا موجزا للأساليب المختلفة التي تتبع في عمليات التقوية الآلية وتطورها والمواد المستخدمة فيها وذلك على النحو التالي :

في عام ١٩٣٠ بدأ المعهد القومي للمعايرة بالولايات المتحدة الأمريكية دراسة إمكانية تقوية الأوراق القديمة عن طريق تغليفها بصحائف رقيقة من مشتقات السليولوز (خلاات السليولوز ونترات السليولوز والسيلوفان) ، سواء عن طريق استخدام مواد لاصقة أو عن طريق استخدام الضغط والحرارة .

وقد انتهى من هذه الدراسة الى استخلاص النتائج الهامة :

١ - عدم صلاحية الصحائف المصنوعة من نترات السليولوز لتقوية الأوراق القديمة ، حيث ثبت من التجارب التي أجريت عليها أنها تتحلل مكونة حمض النيتريك الذي يؤدي بدوره الى تلف الأوراق المعالجة .

٢ - عدم صلاحية الصحائف المصنوعة من السيلوفان لتقوية الأوراق القديمة ، حيث ثبت أن السيلوفان ينكمش انكماشاً كبيراً بمرور الوقت مؤدياً الى حدوث طيات وكرمشات بالأوراق المعالجة .

٣ - عدم صلاحية تغليف الأوراق القديمة باستخدام مواد لاصقة ، حيث ثبت من التجارب التي أجريت على الأوراق المعالجة باتباع أسلوب الاسراع الصناعي في القدم أن الأوراق التي جرى تغليفها باستخدام مواد لاصقة أقل ثباتاً من تلك الأوراق التي جرى تغليفها باستخدام الضغط والحرارة . ومن ناحية أخرى فقد ثبت أن المواد اللاصقة قد تغير لونها بمرور الوقت مؤدية الى تغير لون الورق المعالج ذاته، فضلا عن حدوث انفصال بين الأوراق والصحائف المغلفة لها في بعض الأحيان .

٤ - صلاحية الصحائف المصنوعة من خلال السليولوز ، وهي من نوع الترموبلاستيك ، لتغليف الأوراق القديمة باستخدام الضغط والحرارة اذا ثبت من التجارب التي أجريت عليها أنها تتحمل بالضغط والحرارة مسام الورق وتلتصق به جيداً مكونة نسيجا متجانسا مع الورق .

وقد استثمر الأرشيف القومي بالولايات المتحدة الأمريكية النتائج التي توصل اليها المعهد القومي للمعايرة ، وبدأ في عام ١٩٣٦ في تقوية الكميات الهائلة من الوثائق التي كانت محفوظة لديه باستخدام صحائف

خلات السليولوز التى بدأ انتاجها صناعيا قبل ذلك بقليل وباستخدام مكبس هيدروليكي صمم خصيصا لهذا الغرض .
وتتلخص طريقة العمل التى اتبعت فى ذاك الوقت فى الخطوات الآتية :

١ - توضع صحيفة مصقولة من خلالات السليولوز يتراوح سمكها ما بين ٢٢ ، ٢٥ ميكرون على لوح معدنى مصقول .

٢ - توضع الأوراق المراد تقويتها على صحيفة خلالات السليولوز المصقولة . وفى حالة ما اذا كانت ممزقة تجمع أجزاؤها وتثبت على صحيفة خلالات السليولوز عن طريق مسها بفرشاة رفيعة مبللة بالاسيتون .

٣ - تغطى الأوراق التى تجرى عملية تقويتها بصحيفة أخرى مصقولة من خلالات السليولوز ثم يوضع فوقها لوح معدنى مصقول .

٤ - تنقل الأوراق وهى على هذا الوضع الى المكبس الهيدروليكي وتكبس لمدة تتراوح ما بين ٣ ، ٢٠ دقيقة حسب الحالة ، وباستخدام قوة ضغط يتراوح مقدارها ما بين ٢٢ ، ١٤٥ كيلو جرام على السنتيمتر المربع ودرجة حرارة تتراوح ما بين ١٥٠ درجة ، ١٧٥ درجة مئوية . والواقع أن مدة الكبس وقوة الضغط درجة الحرارة المستخدمة تعتمد اعتمادا كبيرا على نوعية الأوراق المراد تقويتها ودرجة مساميتها وعلى حجم وتصميم المكبس الهيدروليكي .

وقد تمكن الأرشيف القومى بالولايات المتحدة باتباع هذه الطريقة من تقوية ٤٠٠.٠٠٠ وثيقة سنويا ، الأمر الذى لم يكن ممكنا باتباع الطرق اليدوية التقليدية .

وفى عام ١٩٣٩ قام بارو كبير المرممين بمكتبة ولاية فرجينيا بتصميم آلة جديدة لتغليف وتقوية صحائف الورق القديمة بصحائف خلالات السليولوز أصغر حجما وأكثر سرعة من المكبس الهيدروليكي الذى استخدم من قبل فى الأرشيف القومى بالولايات المتحدة وتعرف الآن باسم (Barrow Laminator) وتتكون من لوحين كبيرين من الألومنيوم ودرفينلين دوارين من الصلب وتسخن وتعمل بالكهرباء .

ومن ناحية أخرى أجرى بارو تعديلا على الطريقة التى كانت متبعة من قبل بحيث أصبحت عملية تغليف وتقوية الورق تتم على النحو التالى :

١ - توضع صحائف الورق المراد تقويتها وتغليفها بين صحيفتين من خلالات السليولوز بعد تدعيمها من الوجهين بورقتين من الأنسجة الورقية اليابانية أو الكرييلين .

٢ - تنقل صحائف الورق وهي على هذا الوضع الى قالب من ورق كرتون مبطن من الداخل بورق معالج غير قابل للالتصاق بصحائف خلات السليولوز .

٣ - يوضع قالب الكرتون وبداخله صحائف الورق التي تجرى تقويتها بين لوحى الألومنيوم بعد تسخينهما لدرجة حرارة تتراوح ما بين ١٥٠ درجة ، ١٧٥ درجة مئوية لمدة ٢٥ ثانية .

٤ - يوضع قالب الكرتون وبداخله صحائف الورق مباشرة بين الدرافيل الدوارة حيث يتم كبسه وهو ما يزال ساخنا فيتلتصق صحائف الورق القديمة بصحائف خلات السليولوز ويتم تغليفها وتقويتها .

وقد أمكن باتباع طريقة بارو تقوية ١٢٥ وثيقة في الساعة الواحدة ، ولهذا فقد انتشرت انتشارا واسعا بحيث أصبحت تستخدم فى أغلب مراكز العلاج والترميم .

وفى عام ١٩٤٣ أدخل بارو تعديلا آخر على الطريقة التى سبق أن استحدثها فى عام ١٩٣٩ . ويقضى هذا التعديل بضرورة معادلة حموضة الأوراق القديمة ، وهى من أهم أسباب تلف الورق ، قبل تغليفها بصحائف خلات السليولوز ، وذلك عن طريق غمرها فى محلول هيدروكسيد الكالسيوم (ماء الجير) نسبة تركيزه ١٥ ٪ لمدة عشرين دقيقة ثم غمرها بعد أن ترفع من محلول هيدروكسيد الكالسيوم فى محلول من بيكربونات الكالسيوم نسبة تركيزه ٢ ٪ لمدة عشرين دقيقة أخرى . وبهذه الطريقة تتم معادلة حموضة الورق وبالإضافة الى ذلك سوف تتحول الكمية الصغيرة من هيدروكسيد الكالسيوم التى تظل عادة بالورق بعد معادلة حموضته الى كربونات الكالسيوم التى تلتصق بالورق وتمنع اصابته بالحموضة مرة أخرى .

وقد استمرت بعد ذلك عمليات تقوية الورق بالطرق الآلية فى التطور سواء فى الآلات أو المواد المستخدمة وفى أساليب العمل ذاتها . وعلى سبيل المثال :

قام مركز الترميم التابع لمكتبة ليننجراد بالاتحاد السوفيتى بادخال عدة تحسينات على طرق التقوية الآلية عن طريق استخدام صحائف من البولى اثيلين فى تقوية أو تغليف الأوراق القديمة .

وحسب ما يرى القائمون بأعمال العلاج والترميم بمركز العلاج والترميم بمكتبة ليننجراد تتميز صحائف البولى اثيلين عن غيرها بالمميزات الآتية :

١ - يتراوح الوقت الذى تستغرقه عملية التغليف ما بين ثلاثين ثانية ودقيقة واحدة .

٢ - تتطلب عملية التغليف درجة حرارة تتراوح ما بين ١٠٠ درجة ، ١١٥ درجة مئوية وضغطاً مقداره ٤٥ كيلو جرام على السنتيمتر المربع .

٣ - ازدادت متانة الأوراق المغلفة بصحائف البولى اثيلين زيادة كبيرة حتى بعد أن أجريت لها عمليات اسراع صناعى فى القدم لمدة ثلاثة أيام عند درجة حرارة ١٠٠ درجة مئوية ، فقد بلغت الزيادة فى مدى تحمل الأوراق المغلفة للطي ٢٠٠ ضعفاً ٠٠ وفى نفس الوقت زادت قابلية الأوراق المعالجة للبط ، كما زادت مقاومتها للتمزق زيادة كبيرة .

٥ - يمكن ازالة صحائف البولى اثيلين عند حدوث أية أخطاء فى عملية التغليف ، وذلك عن طريق غمر الأوراق المعالجة فى البنزول أو الطولوين بعد تسخينه الى درجة حرارة مقدارها ٧٥ درجة م .

فى عام ١٩٥٥ قام المختصون بأعمال العلاج والترميم بالأرشييف القومى بالولايات المتحدة الأمريكية بادخال عدة تحسينات على الطريقة التى تستخدم فيها صحائف من خلاات السليولوز لتغليف الأوراق القديمة ، وذلك على أساس ما ثبت لديهم من أن صحائف خلاات السليولوز - بالرغم من مميزاتا الكثيرة - لا تؤدى الى زيادة مقاومة الأوراق المعالجة بها للتمزق ٠٠

وتتلخص هذه التحسينات فى الأمور الآتية :

١ - استخدام أفرخ من الأنسجة الورقية اليابانية (Japanese tissue) بالإضافة الى صحائف خلاات السليولوز فى عملية تغليف وتقوية الأوراق القديمة .

وتستخدم الأنسجة الورقية اليابانية بغرض زيادة مقاومة الأوراق المعالجة للتمزق ٠٠ وتتم عملية التقوية بأن توضع صحائف الورق المراد تغليفها بين صحائف نترات السليولوز ثم توضع وهى على هذا الوضع بين أفرخ الأنسجة الورقية اليابانية ، وأخيراً توضع فى المكبس الهيدروليكي أو آلة بارو للتغليف وتكبس عند درجة الحرارة وكمية الضغط المناسبة .

وبهذه الكيفية تعمل صحائف خلاات السليولوز بالإضافة الى

تقوية الأوراق القديمة كمادة لاصقة تربط بين الأوراق القديمة وبين الأنسجة الورقية اليابانية •

٢ - الاكتفاء بدرجة حرارة لا تزيد عن ١٥٠ درجة مئوية وبكمية ضغط تتراوح ما بين ٢٢ ، ٣٦ كيلو جرام على السنتيمتر المربع •

٣ - اختصار الوقت اللازم للتغليف الى دقيقتين •

فى السنوات الأخيرة استحدث مركز الترميم بالأرشيف القومى بالهند طريقة جديدة لتغليف الوثائق وغيرها من المقتنيات دون حاجة الى حرارة أو كمية ضغط كبيرة ، وذلك باستخدام الأنسجة الورقية اليابانية وصحائف من خلات السليولوز وباتباع الطريقة الآتية :

١ - توضع الوثائق أو الأوراق المراد تغليفها بين صحائف من خلات السليولوز ثم بين أفرخ من الأنواع تامة الشفافية من الأنسجة الورقية •

٢ - توضع الوثائق أو الأوراق وهى على هذا الوضع على ألواح من الزجاج •

٣ - تبلل أفرخ الأنسجة الورقية اليابانية بكمية صغيرة من الأسيتون باستخدام مسدس رش أو بخاخة فم بحيث تكفى كمية الأسيتون المستخدمة لتطرية وإنتفاخ صحائف خلات السليولوز •

٤ - بعد أقل من دقيقتين تقلب الأوراق ويرش سطحها الآخر بالأسيتون باتباع نفس الطريقة السابقة •

٥ - توضع الأوراق بعد ذلك مباشرة بين ورقتين من الأوراق المعالجة بشمع البرافين أو بالراتنج السيليكونى ثم تنقل الى مكبس يدوى أو آلى وتظل به مدة لا تقل عن ثلاث ساعات حتى يتم التصاق الأوراق أو الوثائق بصحائف خلات السليولوز وصحائف الأنسجة الورقية اليابانية •

وتتميز الطريقة التى استحدثها مركز الترميم بالأرشيف القومى بالهند بالمميزات الآتية :

(أ) تبدو الكتابات والنقوش أكثر وضوحا وبهاء بعد العلاج •

(ب) تقل احتمالات اصابة الأوراق والوثائق المعالجة بهذه الطريقة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة •

(ج) يتم تثبيت الكتابات والنقوش التى تتأثر بالماء أو بالمحاليل المائية .

(د) تقل نفاذية الأوراق المعالجة بهذه الطريقة للماء والغازات بدرجة كبيرة وان كانت بدرجة أقل من الأوراق التى تغلف باستخدام الحرارة والضغط .

(هـ) يتزايد تحمل الأوراق المعالجة بهذه الطريقة للبلى بدرجة أكبر من تزايد تحمل الأوراق التى تغلف باستخدام الحرارة والضغط .
(و) غير مكلفة ولا تحتاج الى معدات غالية الثمن .

وبعد هذا السرد الموجز الذى تناولنا فيه عمليات التقوية الآلية وأوضحنا فيه أهم مراحل تطورها سواء فى الآلات أو المواد المستخدمة أو فى أساليب العمل ذاتها يمكن القول بأن عمليات التقوية الآلية تنقسم من وجهة النظر العملية أو التطبيقية الى ثلاث أقسام رئيسية هى :

— عمليات التقوية أو التغليف التى تستخدم فيها الحرارة والضغط ودون استخدام مواد لاصقة . . ويطلق عليها بالانجليزية اسم (Heat Lamination) أو (Heat Sealing) .

— عمليات التقوية أو التغليف بصحائف من لدائن البلاستيك السابق معالجة أحد أوجهها بمواد لاصقة ويستخدم فيها الضغط فقط . . ويطلق عليها بالانجليزية اسم (dry mounting) .

— عمليات التقوية أو التغليف بصحائف من لدائن البلاستيك بعد تطريتها بالمذيبات العضوية ويستخدم فيها الضغط فقط . . ويطلق عليها بالانجليزية اسم (Solvent Lamination) .

وقبل أن نتناول هذه الطرق — ولو بشئ من الإيجاز — بغرض التركيز على خصائص ومميزات كل منها ، يهمنى أن أبين للقارئ أهم الاعتبارات التى يجب مراعاتها عند القيام بعمليات التقوية الآلية ، وهذه الاعتبارات هى :

١ - يجب أن تتصف عمليات التغليف أو التقوية الآلية — من حيث المواد المستخدمة أو الأساليب المتبعة — بالثبات الكيميائى والطبيعى . . أى أنها يجب أن تكون من حيث تركيبها الكيميائى وخواصها الطبيعية قادرة ولأمد طويلة على مقاومة عوامل التلف القائمة أو المتوقعة فى ظروف العرض والتخزين السائدة فى المكتبات ودور الأرشيف والوثائق التاريخية .

٢ - يجب أن تتصف عمليات التغليف أو التقوية الآلية - من حيث المواد المستخدمة والأساليب المتبعة - بالمرونة والمتانة حتى تكون قادرة على مقاومة أو تحمل عوامل التلف الميكانيكى المترتبة على التناول أو الاستعمال .

٣ - يجب أن تترتب على عمليات التغليف أو التقوية الآلية زيادة كبيرة فى الصلابة الميكانيكية للأوراق المعالجة وأن تكفل لها الحماية والبقاء ولا يترتب عليها فى نفس الوقت زيادة كبيرة فى سمك الأوراق المعالجة .

٤ - يجب ألا يترتب على عمليات التغليف أو التقوية الآلية طمس للكتابات والنقوش .

٥ - يجب أن تتلاءم وتتجانس المواد المستخدمة فى عمليات التقوية الآلية - من حيث تركيبها الكيميائى وخواصها الطبيعية - مع مادة الوثيقة أو المخطوطة أو الكتابة بحيث لا يترتب على استخدامها حدوث تفاعلات تضر بالأوراق المعالجة .

٦ - يجب اختيار المواد والأساليب التى يمكن معها إزالة الغشاء المقوى للأوراق المعالجة عند وقوع أية أخطاء فى عملية التقوية بوسائل بسيطة لا يترتب عليها حدوث تلف للوثيقة أو المخطوطة أو الكتاب التى تجرى تقوية أوراقه .

٧ - يجب اختيار مواد التقوية وأساليب العمل غير المكلفة والتى لا تستغرق وقتا كبيرا .

عمليات التقوية باستخدام الحرارة والضغط Heat Lamination

استحدثت هذه الطريقة نتيجة لسلسلة الدراسات التى قام بها معهد المعايير الأمريكى وبدأ تطبيقها فى الأرشفة القومى بالولايات المتحدة الأمريكية فى عام ١٩٣٦ .

وقد استخدمت فى عمليات التقوية بهذا الأسلوب صحائف من خلاات السليولوز ومكبس هيدروليكى صمم خصيصا لهذا الغرض .

وقد تطورت هذه الطريقة تطورا كبيرا مع الزمن ، وفى عام ١٩٣٩ أدخل بارو كبير المرممين بمكتبة ولاية فرجينيا الأمريكية تحسينا كبيرا عليها عن طريق تصميمه لآلة جديدة أبسط تشغيلًا وأكثر كفاءة وأقل

تكلفة وأكثر أمانا من المكبس الهيدروليكي السابق استخدامه ٠٠ ويطلق عليه اسم (Barrow Laminator) وفى عام ١٩٤٣ أدخل بارو تعديلا آخر يقضى بضرورة معادلة حموضة الأوراق القديمة وذلك عن طريق غمرها فى محلول هيدروكسيد الكالسيوم درجة تركيزه ٠.١٥ ٪ ثم غمرها بعد أن ترفع من محلول هيدروكسيد الكالسيوم فى محلول من بيكربونات الكالسيوم درجة تركيزه ٠.٠٢ ٪ .

وقد انتشرت هذه الطريقة انتشارا واسعا فى مراكز علاج وترميم الكتب والمخطوطات والوثائق فى أجزاء كثيرة من العالم ٠٠ وفى ألمانيا الغربية تجرى تقوية الأوراق القديمة باستخدام صحائف من خلاات السليولوز تنتجها خصيصا لهذا الغرض شركة « لانز » (Lanzwerke, Weil am Rhein) تحت الاسم التجارى الترا فان (Ultraplan H. K.) ويستخدم فى عملية التغليف مكبس هيدروليكي بدرافيل دوارة تقوم بإنتاجه حاليا شركتى كارك هينكا وبزلينجوفن (Karl Hennecke), (Birlinghove/Sieglekreis) تحت الاسم التجارى (Kaschier machine K 12) وتتم عملية التغليف عند درجة حرارة ٨٠ درجة مئوية وباستخدام ضغط مقداره ٣٠ كيلو جرام على السنتمتر المربع وتستغرق ٢٠ ثانية .

وقى معهد الترميم التابع للمكتبة المركزية بروما (Istituto di Patologia del Libro) تجرى عملية التقوية بهذه الطريقة منذ عام ١٩٥٤ باستخدام صحائف من كلوريد البولى فنيل (Polyvinyl chloride) أو من خلاات السليولوز ٠٠ ويستخدم فى عملية التغليف مكبس هيدروليكي قام بتصميمه روجيرو (Ruggiero) خصاصا لهذا الغرض .

وفى السنوات الأخيرة بدأ مركز الترميم التابع لمكتبة ليننجراد بالاتحاد السوفيتى فى اتباع هذه الطريقة باستخدام صحائف من البولى اثيلين (Polyethylene) وتجرى عملية التغليف باستخدام مكبس هيدروليكي عند درجة تتراوح ما بين ١١٠ درجة ، ١١٥ درجة مئوية وضغط مقداره ٥٠ كيلو جرام على السنتمتر المربع وتستغرق وقتا يتراوح ما بين ٣٠ ثانية ودقيقة واحدة .

ومن المميزات الرئيسية الهامة لهذه الطريقة انها تكفل تقوية كميات هائلة من مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية فى وقت قصير وبمجهود وتكاليف قليلة نسبيا ٠٠ وفيما يختص بصلاحية هذه الطريقة لأغراض العلاج والترميم نجد أنها مستخدمة فى هذا المجال منذ أكثر من ٢٥ عاما وبنتائج مرضية ، فلم تظهر حتى الآن شواهد أو أعراض

تلف للكيمات الهائلة من الوثائق والمخطوطات والجرائد والدوريات التي عولجت بها ٠٠ ولعل هذا ناتجا من أن هذه الطريقة أو هذا الأسلوب يؤدي الى تداخل المواد المستخدمة في التغليف أو التقوية في مسام الورق والتصاقها به جيدا مكونة معه نسيجا متجانسا في خواصه الفيزيو - ميكانيكية .

وبالرغم من المميزات الكثيرة لهذه الطريقة فانه يوجه اليها نقد كثير انطلاقا من كون صحائف خلات السليولوز ، وهى المادة الشائعة الاستعمال تحتوى على مواد ملدنة بنسبة تتراوح ما بين ١٥ ، ٢٠ ٪ فى صورة سائل نشط (Active Solvent Plasticiser) حيث يقوم احتمال فقد هذه المواد الملدنة عند حدوث أية تغيرات فى الخواص الطبيعية للغشاء المغلف لصحائف الورق المعالجة ، وهذا أمر سوف يؤدي بطبيعة الحال الى أن تفقد الأغشية لدونتها مؤدية الى اختلال التجانس فى الخواص الفيزيو - ميكانيكية بينها وبين الأوراق المعالجة بها .

ومن العيوب البارزة فى هذه الطريقة احتياجها الى معدات باهظة التكاليف واحتياجها الى درجات حرارة عالية قد تؤدي الى تلف الورق عند الاهمال فى ازالة أو معادلة حموضة الأوراق المراد تقويتها ، الأمر الذى يحتم القيام بعملية معادلة أو ازالة الحموضة قبل تقوية أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق بهذا الأسلوب .

عمليات التقوية باستخدام المواد اللاصقة والضغط Dry Mounting

وتستخدم فى هذه الطريقة صحائف من لدائن البلاستيك السابق معالجة أحد أوجهها بمواد لاصقة ، ويستخدم فيها الضغط فقط أو الضغط عند درجات حرارة منخفضة .

ولقد كانت هذه الطريقة تستخدم أساسا فى الصناعة وفى الأغراض التجارية ، الا أنه قد أمكن تطبيقها فى مجال علاج وترميم مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية .

وتجرى عملية تغليف الأوراق القديمة بهذه الطريقة باتباع أساليب العمل الآتية :

١ - أسلوب أو طريقة موران : (Morane Process)

وقد استحدثت هذه الطريقة بواسطة شركة موران للبلاستيك
Morane Plastic company Ltd., Ashford, Middlesex ;
England.

وتنتج الشركة نوعين من صحائف البلاستيك ، أحدهما مصنوع من خلاات السيليولوز ويعطى سطحاً لامعاً ، أما الثاني فمصنوع من ثلاثي خلاات السيليولوز (Gellulose triacetate) ويعطى سطحاً نصف لامع أو نصف مطفى (Semi matt) وهو الأنسب فى مجال تقوية الوثائق والمخطوطات .

وتتم عملية التغليف بوضع الأوراق المراد تقويتها بين صحيفتين من هذه الأنواع من البلاستيك على أن تكون الأوراق ملاصقة للأسطح المعالجة بالمواد اللاصقة ثم يضغط فوقها بشدة بمكواة كهربائية محماة لدرجة حرارة ٨٠ درجة مئوية ، وذلك بعد وضع الأوراق وهى على هذا النحو بين فرخين من الملينكس أو الورق الحرارى المعالج بمواد تمنع النشاقه بصحائف البلاستيك المستخدمة فى التغليف .

٢ - أسلوب أو طريقة ميوفولى : (Mepofolie Process)

وتستخدم فى هذه الطريقة صحائف من البلاستيك مصنوعة من كلوريد البولى فنيل (Polyvinyl chloride) تنتجها شركة ألفريد شفارتز بألمانيا الغربية .

(Alfred Schwartz, Werke, Alten bruck, Cologne, West Germany.

وتجرى عملية التغليف أو التقوية بوضع الأوراق المراد علاجها بين صحيفتين من صحائف البلاستيك ، على أن تكون ملاصقة للأسطح المعالجة بالمادة اللاصقة ثم كبسها فى مكبس يدوى أو آلى عند درجة الحرارة العادية .

وقد استخدمت هذه الطريقة منذ عام ١٩٣٩ لتقوية كميات هائلة من وثائق وخرائط الجيش الألمانى . وفى نفس الوقت فقد استخدمت بدرجة محدودة فى علاج مقتنيات الأرشيف فى ميونيخ ودسلدورف وأولدينبرج بألمانيا الغربية .

٣ - أسلوب أو طريقة جينوثيرم : (Genotherm Process)

وتستخدم فى هذه الطريقة صحائف من البلاستيك مصنوعة من كلوريد البولى فنيل تنتجها شركة أنورجانا بألمانيا الغربية
f a. Anorgana G. m.b.H. of Munich, W. Germany
تحت الاسم التجارى جينوثيرم ه . س (Geno therm H. S.)

وتجرى عملية التغليف أو التقوية بوضع الأوراق المراد تقويتها بين

صحيقتين من الجينوثيريم على أن يواجه الورق الأسطح المعالجة بالمواد اللاصقة ثم يضغط فوقها بشدة بمكواة كهربائية محمأة لدرجة ٧٠ درجة مئوية بعد وضع الأوراق وهي على هذا النحو بين فرخين من الورق الحرارى المعالج بمواد تمنع التصاقه بالجينوثيريم ويمكن استخدام آلة التغليف الأوتوماتيكية المعروفة باسم (Eichner Thermofilmer) التى تنتج فى ألمانيا الغربية بمعرفة الشركة المذكورة .

٤ - أسلوب أو طريقة پوستيليب دوبلكس : (Postilip Duplex process)

واستحدثت هذه الطريقة فى السنوات الأخيرة بواسطة لانجويل (Langwell) وتستخدم حاليا فى مكتب السجلات المدنية بلندن .

ويستخدم فى هذه الطريقة نوع معين من نسيج ورقى يتميز بأليافه القوية مشبع بخلات الفينيل المبلرة (Polyvinyl acetate) وبخلات الماغنسيوم ، وهى تضاف بغرض معادلة حموضة الورق .

وتتميز هذه الطريقة بأنها تقوى الأوراق وبأنها تعادل حموضتها فى نفس الوقت . وتجرى عملية التقوية بوضع الأوراق المراد تغليفها أو تقويتها بين فرخين من النسيج الورقى المشبع بخلات الفينيل المبلرة ثم الضغط عليها بشدة بمكواة كهربائية محمأة لدرجة حرارة حوالى ٨٥ درجة مئوية بعد وضع الأوراق التى تجرى تقويتها بين ورق حرارى معالج بحيث لا يلتصق بالنسيج الورقى المشبع بخلات الفينيل المبلرة ، وذلك فى حالة عدم توفر آلات التغليف المناسبة .

٥ - أسلوب أو طريقة ديسبرو : (Dispero Process)

تستخدم فى هذه الطريقة صحائف من البلاستيك أحد أوجهها مغطى بمواد لاصقة من راتنج الاكريلات (Acrylate resin) تنتجها لهذا الغرض شركة ديسبرو بانجلترا .

Dispro Ltd. of Basildon, Essex, England.

وتقوم الشركة بانتاج أربعة أنواع من صحائف البلاستيك لاستخدامها فى تقوية أو تغليف الكتب والمخطوطات والوثائق هى :

١ - نسيج ورقى قوى الألياف مشبع بلدائن من البلاستيك .

٢ - صحائف ملدنة من كلوريد البولى فنيل ويطلق عليها الاسم التجارى ترانز باسيل (Trans paseal) .

٣ - صحائف من خلات السليولوز ويطلق عليها الاسم التجارى
ترانز باسين (Transpasene) •

٤ - صحائف من الترى فثالات البولى اثيلين
(Polyethylene terephthalate)

ويطلق عليها الاسم التجارى ترانز باشين
(Transpasheen)

وتجرى عملية التقوية باستخدام آلة تغليف خاصة تعرف باسم
(Ronoscaler Lamination machine) ويوجد منها نوعان،
أحدهما يدار بالكهرباء عن طريق التحكم اليدوى ، أما الثانى فيدار
أوتوماتيكيا ، وكلاهما من الآلات ذات الدرافيل الدوارة التى تكبس بينها
الأوراق التى يجرى تغليفها •

وتتم عملية التغليف باستخدام الضغط فقط وفى درجة الحرارة
العادية •• ومن عيوب هذه الطريقة انها تكسب الأوراق المعالجة لمعانا غير
مستحب •

والواقع هو أن هذا النوع من عمليات التقوية يتميز بأن عملية
التغليف تتم إما بدون حرارة أو عند درجات حرارة منخفضة ، فضلا عن
كونها لا تحتاج الى آلات أو معدات غالية الثمن •• وبالرغم من ذلك فإنها
لا تصلح لتغليف الأعداد الهائلة من الجرائد والدوريات التى توجد عادة
بدور الكتب ، وذلك بسبب طاقتها الانتاجية المحدودة •

ومن أبرز عيوب هذه الطريقة ما يحدث للمواد اللاصقة من تغيرات
كيميائية تؤدى بمرور الوقت الى ضياع كفاءتها وتغير لونها مما يؤثر على
الخواص الضوئية للأوراق المعالجة •

عمليات التقوية باستخدام مذيبات عضوية

Solvent Lamination

مما لا شك فيه أن عمليات التغليف والتقوية السابق الإشارة إليها
تحتاج الى معدات باهظة التكاليف ، الأمر الذى قد يكون خارجا عن حدود
القدرة المالية لكثير من دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ••
وبالإضافة الى ذلك فإن عمليات التقوية هذه تتطلب فى أغلب الحالات
استخدام درجات حرارة مرتفعة ، الأمر الذى قد ينطوى على خطورة ربما
تظهر بوادرها بمرور الزمن •

وبطبيعة الحال وإزاء هذه الاعتبارات فإنه يكون من المنطقى اعتبار
عمليات التقوية (التغليف) باستخدام المذيبات العضوية واحدة من أفضل

وأضمن الطرق التى يمكن اتباعها فى علاج وترميم أوراق الكتب والمخطوطات
والوثائق .

وتستخدم المذيبات العضوية فى هذه الطريقة بغرض تليين صحائف
لدائن البلاستيك ، ومن ثم يمكن التصاقها بالأوراق المطلوب تقويتها عند
الضغط عليها باستخدام مكابس يدوية أو آلية حسب الامكانيات
المتاحة .

ويوجد طريقتان أو أسلوبان لتغليف الأوراق القديمة باستخدام
المذيبات العضوية وهما :

الطريقة الأولى :

وتعرف باسم الطريقة الهندية (Indian Technique) وقد استحدثت
هذه الطريقة فى عام ١٩٥٥ فى مركز الترميم التابع للأرشيف القومى فى
الهند بواسطة كل من جويل وكاثاباليا (Ceol and Kathapalia)
وتستخدم فى هذه الطريقة صحائف من خلاات السيلولوز الملدنة .
وتجرى عملية التغليف باتباع خطوات العمل التى سبقت الاشارة
اليها .

الطريقة الثانية :

وتعتبر هذه الطريقة تطورا لأسلوب أو طريقة بوستيليب دويلكس
السابق الاشارة اليها والتى يستخدم فيها نوع معين من نسيج ورقى يتميز
باليافه القوية مشبع بخلات الفينيل المبلمرة وخلات الماغنسيوم .
وتجرى عملية التغليف باتباع هذه الطريقة بوضع الأوراق المراد
تقويتها بين فرخين من النسيج الورقى المذكور ثم وضعها فى مكبس يدوى
أو آلى لمدة خمس دقائق . . ويلي ذلك رفع الأوراق من المكبس وتشريب
النسيج الورقى بكمية صغيرة من الأسيتون أو الكحول المثيل أو ثلاثى
كلوريد الاثيلين بالقدر الذى يكفى لتطرية النسيج الورقى . . وأخيرا توضع
الأوراق على هذا النحو فى المكبس اليدوى وتترك به حتى تتماسك تماما .
ويستخدم فى عملية الكبس نوع من الورق المعالج بطريقة تمنع
التصاقه بالنسيج الورقى المستخدم فى عملية التغليف .

ويتضح لنا من سياق الحديث أن الميزة الكبرى فى عمليات التقوية
باستخدام المذيبات العضوية هى فى عدم احتياج هذه الطريقة لاستخدام
الحرارة أو قدر كبير من الضغط ، وهو أمر له أهميته القصوى ، خاصة

عند تغليف الوثائق ذات القيمة الفريدة أو عند تغليف الوثائق المتآكلة التي لا تحتمل الحرارة والقدر الكبير من الضغط الذي تتطلبه الطرق الأخرى .

وفى نهاية الحديث عن عمليات التقوية الآلية لا يفوتنى أن أنوه الى البحث القيم الذى أجراه ورنر (A. E. Werner) فى هذا الصدد وانتهى فيه الى استخلاص النتائج الآتية :

١ - تعتبر الصحائف المصنوعة من خلات السليولوز أفضل اللدائن التى يمكن استخدامها بأمان فى عمليات تغليف أو تقوية الوثائق والمخطوطات والكتب ذات القيمة الفريدة .

٢ - لا يجب استخدام الصحائف المصنوعة من لدائن كلوريد البولى فنيل فى تغليف أو تقوية الوثائق والمخطوطات والكتب ذات القيمة الفريدة .

٣ - تعتبر طريقة بارو بعد التعديلات التى أدخلت عليها فى عام ١٩٤٣ والتى تتضمن معادلة حموضة الورق من أكثر طرق التغليف أو التقوية أمانا حيث لم تظهر على الأوراق المعالجة بها بوادر تلف حتى الآن .

٤ - يتحتم معادلة حموضة الورق قبل القيام بعمليات التغليف .

٥ - أثبتت الطريقة الهندية صلاحيتها التامة فى تقوية أو تغليف الوثائق والمخطوطات والكتب التى لا تتمل درجات الحرارة والضغط العالية .

٦ - تعتبر طريقتا بوسيتيليب ودوبلكس وديسبرو من طرق التقوية والتغليف المأمونة وإن كانتا تحتاجان الى مزيد من الدراسة .

ثامنا - اصلاح التهزقات وتكملة الأجزاء الناقصة

أولا - ترميم الثقوب :

تملأ الثقوب التى قد تتواجد بالأوراق القديمة باستخدام عجينة من ورق غير حمضى تحضر بالطريقة الآتية :

١ - تقطع كمية كافية من ورق النشاف الأبيض اللون الى أجزاء صغيرة جدا ثم توضع فى قليل من الماء وتظل به مدة ١٢ ساعة .

٢ - يقلب ورق النشاف بعد ذلك باستخدام جهاز تقليب كهربائى الى أن يتحول الى عجينة متناسقة القوام .

٣ - يضاف الى عجينة الورق بعد تجهيزها بنسبة ٥% من حجمها محلول من الصوديوم مثيل كاربوكسى سليولوز درجة تركيزه ٥% ، وكذلك قليل من محلول مركز من الجيلاتين ثم تقلب جيدا .

ويتم العمل فى ملء الثقوب على النحو التالى :

(أ) توضع صحائف الورق القديمة المراد ترميم الثقوب الموجودة بها على ألواح من الزجاج وتندى برزاز من الماء ثم تسد الثقوب بالنوع المناسب من الأنسجة الورقية اليابانية (Japanese tissue) باستخدام مادة لاصقة تحضر بإذابة الصوديوم مثيل كاربوكسى سليولوز (الليسولين) فى ماء دافئ بنسبة ٥% ، ثم تترك لتجف .

(ب) تقلب الأوراق بعد جفافها وتملأ الثقوب بعجينة الورق وتترك حتى تجف قليلا .

(ج) يعاد ملء الثقوب بعجينة الورق الى أن يزيد مستوى سطحها قليلا عن مستوى سطح صحيفة الورق .

(د) توضع الأوراق قبل أن تجف الأماكن المعالجة تماما بين ورقتين من الورق المشبع بشمع البرافين وتنقل الى مكبس يدوى أو آلى وتظل به الى أن تجف تماما .

(هـ) تلون أماكن الثقوب باللون الذى يتناسب مع لون الورق القديم ، ويفضل استخدام ألوان مائية (اكوارييل) فى عملية التلوين .

ثانيا - تكملة الأجزاء الناقصة

تكمل الأجزاء الناقصة من صحائف الورق القديمة باستخراج أنواع خاصة من الأنسجة الورقية اليابانية تتفق فى خواصها الطبيعية مع الخواص الطبيعية للأوراق القديمة .

ويتم العمل باتباع الخطوات التالية :

١ - توضع الأوراق المراد تكملة الأجزاء الناقصة بها على ألواح من الزجاج مغطاة بالنايلون وتندى برزاز من الماء ثم تفرد بحذر ورفق براحه اليد .

٢ - توضع قطع الأنسجة الورقية اليابانية المعدة لتكملة الأجزاء الناقصة تحت مواضع الأجزاء الناقصة مباشرة وبحيث تكون الألياف فى كل منهما متوازية .

٣ - تحدد حدود الأجزاء الناقصة على قطع الأنسجة الورقية اليابانية المعدة لتكتملها .

٤ - ترفع الأنسجة الورقية اليابانية ويقص منها الجزء الزائد عن مساحة الأجزاء الناقصة فيمعددا حوالى ٢ مم فى كل اتجاه وذلك لاستخدامها فى اللصق .

٥ - ترقق حواف الأجزاء الناقصة ، كما ترقق أيضا أطراف قطع الأنسجة الورقية اليابانية المجهزة لتكتملها باستخدام مشرط حاد وبالطريقة الموضحة بالرسم .

٦ - تدهن حواف وأطراف كل من الأوراق المراد تكملة أجزائها الناقصة وقطع الأنسجة الورقية اليابانية المجهزة لتكتملها بالمادة اللاصقة . . ويمكن استخدام أحد المواد اللاصقة الآتية :

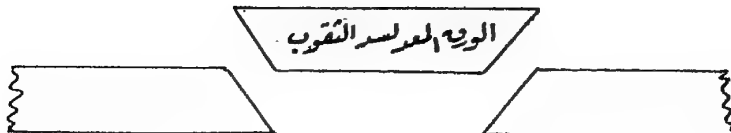
— محلول من الصوديوم مثيل كاربوكسي سليولوز (اليسولين) درجة تركيزه ٥ % .

— مستحلب البولى مثيل ميثاكريلات بعد تخفيفه بالماء بنسبة ١ : ٤ .

— مستحلب خلاص الفينيل المبلعمة (الفينافيل) بعد تخفيفه بالماء بنسبة ١ : ٤ .

ثم يلصقا معا وتزال الكمية الزائدة من مادة اللصق باستخدام قطعة من القماش المبلل بالماء . . وأخيرا تترك لتجف قليلا .

٧ - توضع صحائف الورق وهى على هذا النحو بين فرخين من الورق المشبع بشمع البرافين ثم تنقل الى مكبس يدوى أو آلى وتظل به حتى تجف المادة اللاصقة تماما .



» رسم يوضح كيفية تكملة الأجزاء الناقصة وتجهيز الأوراق «
المستخدمة فى تكملتها

ثالثا - اصلاح التمزقات

يستخدم فى عملية اصلاح التمزقات أنواع خاصة من الأنسجة الورقية اليابانية تتميز بشفافيتها وقوة يافها .

وتجرى عملية الاصلاح على النحو التالى :

١ - توضع صحائف الورق القديمة المراد اصلاح ما بها من تمزقات على ألواح من الزجاج ثم تندى برزاز من الماء وتفرد بحذر ورقق براحة اليد وأطراف الأصابع حتى تلتئم أطراف التمزقات تماما .

٢ - تجهز شرائط من الأنواع المناسبة من الأنسجة الورقية اليابانية بحيث لا يزيد عرضها عن عرض التمزقات الا بمقدار ٢ مم من كل ناحية وعلى أن تنفثن أطرافها بأظافر الأصابع .

٣ - تدهن أطراف التمزقات بالمادة اللاصقة (وهى اما محلول من الصوديوم مثيل كاربوكسى سليولوز درجة تركيز ٥% واما مستحلب مخفف من البولى مثيل اكريلات أو من خللات الفينيل المبلمرة) ، وذلك باستخدام فرشاة رفيعة وناعمة .

٤ - توضع شرائط الأنسجة الورقية اليابانية على مواضع التمزقات ويضغط عليها بطرف فرشاة رفيعة ناعمة مبللة بقليل من المادة اللاصقة حتى تلتصق بالأوراق القديمة تماما .

٥ - توضع الأوراق وهى على هذا النحو بين فرخين من الورق المشبع بشمع البرافين وتنقل الى مكبس يدوى أو آلى وتظل به الى أن تجف المادة اللاصقة تماما .

تاسعا - اظهار الكتابات الباهتة :

من الثابت أن جميع الأحبار التى استخدمت فى الأزمنة القديمة ، فيما عدا حبر الكربون ، تبهت وتفقد وضوحها بتأثير الأجواء المحيطة بالوثائق والمخطوطات .

ويستخدم فى قراءة الكتابات الباهتة عادة مصدر للأشعة فوق البنفسجية أو تحت الحمراء ، وتتم القراءة فى غرفة مظلمة ٠٠ وفى الحالات التى تصعب فيها القراءة المباشرة ، فان طرق التصوير الفوتوغرافى الحديثة قد ساعدت كثيرا فى حل هذه المشكلة ، حيث أصبح من الممكن الآن تصوير الكتابات الباهتة وقراءة نصوصها من الصور الفوتوغرافية .

وبالرغم من التقدم الكبير فى التصوير الفوتوغرافى سواء من حيث

المعدات والأجهزة أو من حيث الأساليب ، فإن الطرق الكيميائية لظهار الكتابات الباهتة ظلت مستعملة ، وإن اختلفت حولها الآراء بين معارض ومؤيد . . وفي الحقيقة فإن أهم ما يوجه إلى أسلوب اظهار الكتابات الباهتة بالطرق الكيميائية يتركز حول عدم الاستطاعة في كثير من الحالات اظهار الكتابات الباهتة بألوانها الأصلية ، مما يعد في نظر المعارضين لهذه الطريقة إضافة سمة مستحدثة لم تكن موجودة أصلا بالوثيقة أو المخطوطة .

والواقع أن الطرق الكيميائية لظهار الكتابات الباهتة تقتصر فقط على أنواع معينة من الأحبار التي استخدمت في الأزمنة القديمة ، وهي أحبار عفص الحديد التي يطلق عليها بالانجليزية اسم (Iron gallotannate inks) ولقد بدأ استخدام هذا النوع من أحبار الحديد في العصور الوسطى ، وكان يصنع بنقع ثمار أشجار البلوط الجافة - ويطلق عليها اسم جوز العفص (Gall nuts) وتحتوى على حمض الجاليك والتانيك - في الماء ، ثم يضاف إلى المنقوع بعد أن يصفى ويترك ليتخمر محلول من كبريتات الحديدوز وكمية قليلة من محلول الفراء أو الصمغ فيتكون على الفور مركب أسود مائل إلى الحمرة يزداد لونه سوادا بمرور الوقت .

والواقع هو أن كبريتات الحديدوز تكون مع التانين الموجود في منقوع العفص مركبا باهت اللون غير قابل للذوبان في الماء يتحول تدريجيا بفعل أكسجين الهواء إلى مركب أسود اللون من مركبات الحديد غير قابل للذوبان في الماء .

ولما كان صناع الأحبار القديمة يستخدمون التركيبة التي وجدوها أفضل التركيبات من وجهة نظرهم دون وعى بنسبة التانين الموجودة في جوز العفص ودون وعى بدرجة نقاوة كبريتات الحديدوز المستخدمة ، فإنه يمكن القول بأن جميع أحبار عفص الحديد التي استخدمت قديما كانت غير متوازنة كيميائيا ، أى أنها كانت لا تحتوى على النسب الصحيحة من التانين وكبريتات الحديدوز ، الأمر الذي يتضح من اختلاف درجة وضوح الكتابات في الأجزاء المختلفة من الوثيقة أو من اختلاف درجة وضوح الكتابات في الصفحات المختلفة من المخطوطة ، وكذلك من اختلاف حالة الورق في الأجزاء المختلفة من هذه الوثيقة أو تلك المخطوطة .

وتتميز أحبار عفص الحديد بأنها تظل محتفظة بوضوحها لمدة طويلة إذا كانت موجودة في ظروف حفظ مناسبة ، وبأنها عندما تبهت تترك بالورق كمية من أكسيد الحديد ، وهذا الأمر هو الذى جعل من اظهار

الكتابات بالطرق الكيميائية أمرا ممكنا ، إلا أنه لابد من التنويه الى أن الطرق الكيميائية لظهار الكتابات الباهتة تنطوى على خطورة كبيرة نظرا لوجود الحديد في كل شيء تقريبا بما في ذلك الأتربة التي تتراكم عادة على أسطح الأوراق القديمة وتتداخل بين أليافها ، الأمر الذي يستلزم ضرورة إزالة ما يعلق بسطح الأوراق القديمة ويتداخل بين أليافها من أتربة حتى لا يتحول لون الأوراق المعالجة الى اللون الأسود المائل الى الحمرة بفعل المواد الكيميائية المستخدمة في اظهار الكتابات نتيجة لتفاعلها مع مركبات الحديد الموجودة بهذه الأتربة .

ولقد تيسر لى عندما كنت فى بعثة تدريبية بالمكتبة القومية بالنمسا القيام ببحث تناولت فيه الطرق الكيميائية لظهار كتابات حبر عقص الحديد الباهتة ووفقت فى هذا البحث الى استحداث طريقة جديدة تمكنت بواسطتها من اظهار الكتابات الباهتة بنفس ألوانها الأصلية ، وهو الأمر الذى كان يشير اعتراضات كثيرة فى وجه الطرق الكيميائية لظهار الكتابات الباهتة ، وبالإضافة الى ذلك فقد تناولت فى هذا البحث كيفية علاج الكتابات بعد اظهارها حتى لا تبهت من جديد كما حرصت على اختبار مدى تأثير المواد الكيميائية المستخدمة فى اظهار الكتابات الباهتة على المكونات السيلولوزية للورق .

ومما يجدر الإشارة اليه أن درجة وضوح الكتابات التى تم اظهارها قد ظلت كما هى ، بالرغم من مرور تسع سنوات ، وهو الأمر الذى لم يكن ممكنا من قبل .

ويهمنى أن أضع بين يدى القارئ أهم معالم هذا البحث والنتائج التى تحصلت عليها ، وذلك على النحو التالى :

أولا - التجارب العملية :

تضمنت خطة البحث القيام بالاختبارات الآتية :

(١) اظهار الكتابات الباهتة بنمى الأوراق فى محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢ ٪ ، وذلك على أساس أن أكسيد الحديد سوف يتفاعل مع كبريتيد الأمونيوم مكونا كبريتيد الحديدوز ، وهى ذات لون اسود تقريبا .

ولما كان مركب كبريتيد الحديدوز سوف يتأكسد بفعل أكسجين الهواء الجوى الى كبريتات الحديد فإن الكتابات سوف تبهت من جديد ،

ولذلك رؤى معالجة الكتابات فور اظهارها وفور تجفيف الأوراق بالمحاليل الكيميائية الآتية :

١ - محلول من خلات الفنيل المبلورة الذائبة فى الأسيتون بنسبة ٥٪ وذلك بغرض حماية الكتابات بغشاء واق يعزلها عن تأثير أكسجين الهواء الجوى .

٢ - محلول من الصوديوم كاربوكسى مثيل سليولوز درجة تركيزه ٥٪ بغرض حماية الكتابات بغشاء رقيق عازل يقيها تأثير أكسجين الهواء الجوى .

٣ - محلول من نترات الرصاص درجة تركيزه ١٦ ٪ .

٤ - محلول من خلات الرصاص درجة تركيزه ١٦ ٪ .

(ب) اظهار الكتابات بغمر الأوراق التى تحملها فى محلول من صبغة الجالول المتخمرة (Fermented gallol tincture) درجة تركيزه ٢٠ ٪ ، وذلك على أساس أنه سوف ينتج عن التفاعل بين أكسيد الحديد وصبغة الجالول نفس المركب الذى كان موجودا بالكتابات قبل بهتانها ، غير ان الكتابات بعد اظهارها كانت تكتسب فى أغلب الحالات لونا أزرقا مائلا الى البنفسجى . . ولهذا وحتى تكتسب الكتابات التى تم اظهارها اللون الأسود أو الأسود المائل الى البنى ، وهو اللون الأصلى للكتابات قبل أن تبهرت فقد عولجت الكتابات فور اظهارها بالطرق الآتية :

١ - تعريض الكتابات لأبخرة التوشادر .

٢ - غمر الأوراق فى محلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١ ٪ لمدة دقيقة .

٣ - غمر الأوراق فى محلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة . ثم غمرها مباشرة فى محلول من حمض الخليك درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة أخرى .

(ج) الوقوف على مدى تأثير المواد المستخدمة فى اظهار الكتابات الباهتة على المكونات السليولوزية للورق .

وقد جرى اختبار تأثير المواد الكيميائية المستخدمة فى اظهار الكتابات الباهتة على المكونات السليولوزية للورق بعد أن أجريت للأوراق قبل وبعد اظهار الكتابات عملية اسراع صناعى فى القدم لمدة ثلاثة أيام عند درجة حرارة ١٠٠ درجة مئوية وفى جو رطوبته النسبية ٧٠ ٪ ، وذلك بطريقة التحليل الموضعى ، وهى طريقة وصفية ٠٠ وقد اتبعت الخطوات التالية :

- ١ - يحضر محلول من نترات الفضة باذابة ٢ جم من نترات الفضة فى ٢٠ سم^٣ من الماء الدافئ .
- ٢ - يضاف الى محلول نترات الفضة كمية من النوشادر المركزة بالقدر الذى يكفى لتكون راسب بنى اللون .
- ٣ - تضاف الى محلول نترات الفضة كمية زائدة من النوشادر المركزة تكفى لاعادة ذوبان الراسب البنى الذى تكون فى الخطوة السابقة .
- ٤ - تغمس عينات الورق التى يعجرى فحصها فى المحلول قبل وبعد معالجتها بالمواد الكيميائية المستخدمة فى اظهار الكتابات مدة تكفى لاكتسابها لونا بنيا .
- ٥ - ترفع الأوراق ثم تغمس فى نوشادر مركزة ويلاحظ مدى التغير فى لونها .

ويمكن الوقوف على مدى تأثير المواد الكيميائية المستخدمة فى اظهار الكتابات الباهتة على المكونات السليولوزية للورق من ملاحظة شدة اللون الذى اصطبغ به الورق وذلك قبل وبعد معالجته بالمواد المستخدمة فى اظهار الكتابات ، مع الأخذ فى الاعتبار أن شدة اللون تتناسب تناسباً طردياً مع درجة تآثر سليولوز الورق بهذه المواد .

ثانياً - نتائج الاختبارات العملية :

(١) اظهار الكتابات الباهتة باستخدام محلول في كبريتيد الامونيوم درجة تركيزه ٢ %

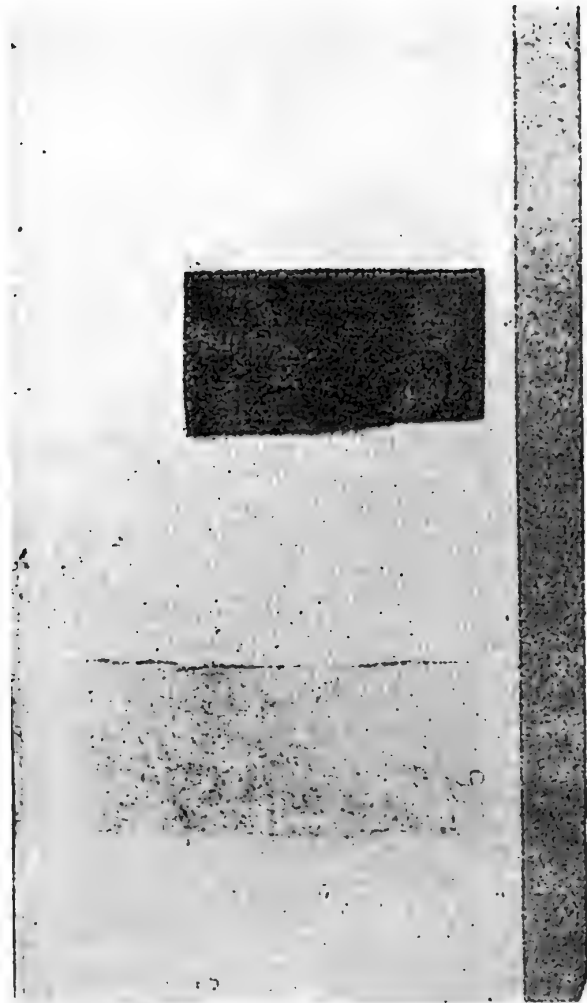
ملاحظات	درجة خباثات الكتابات بعد اظهارها	التغير في لون الكتابات بعد مرور الوقت	لون الكتابات بعد اظهارها	الناتج الكيمائية المستخدمة	ملاحظات
١ - تعتمد درجة وضوح الكتابات بعد اظهارها على كمية اكسيد الحديد التي تظل الكتابات الباهتة مختلفة بها.	اكتفت الكتابات التي تم اظهارها بعد مرور اربعة ايام .	حدوث نقص في شدة لون الكتابات بعد مرور يوم واحد	بنى غامق الى اسود .	محلول من كبريتيد الامونيوم درجة تركيزه ٢ % لم عولجت الكتابات بحلول من خلاص اللاتيل المبلورة درجة تركيزه ٥ % .	١ -
٢ - لم يلاحظ حدوث نقص في صلابة الاوراق بسبب المواد الكيميائية المستخدمة في اظهار الكتابات الباهتة .	اكتفت الكتابات التي تم اظهارها بعد مرور ستة ايام .	حدوث نقص في شدة لون الكتابات بعد مرور يومين .	بنى غامق الى اسود .	محلول من كبريتيد الامونيوم درجة تركيزه ٢ % لم عولجت الكتابات بحلول من السوسوديوم كاربوكسي ميثيل سلولوز ٥ % .	٢ -
	بنات درجة وضوح الكتابات في النقص بعد مرور اربعة اشهر الا انها ظلت مختلفة بدرجة وضوح كافية .	بقيت شدة لون الكتابات بعد اظهارها دون تغير .	بنى غامق الى اسود .	محلول من كبريتيد الامونيوم درجة تركيزه ٢ % لم عولجت الكتابات بحلول من لترات الرصاص ١٦ % .	٣ -
	بنات درجة وضوح الكتابات في النقص بعد مرور اربعة اشهر الا انها ظلت مختلفة بدرجة وضوح كافية .	بقيت شدة لون الكتابات بعد اظهارها دون تغير .	بنى غامق الى اسود .	محلول من كبريتيد الامونيوم ٢ % لم عولجت الكتابات بحلول من خلاص اللاتيل المبلورة درجة تركيزه ١٦ % .	٤ -

(ب) اظهار الكتابات الباهتة باستخدام صبغة الجالول المنخمرة (Fermented gallol tincture)

ملاحظات	درجة بياض الكتابات بعد اظهارها	التغير في لون الكتابات بمرور الوقت .	لون الكتابات بعد اظهارها	المحاليل الكيميائية المستخدمة .	رقم
١ - لم يلاحظ حدوث نفس في صلاحية الأوراق بسبب المسودات الكثيرة الباهتة المستخدمة في اظهار الكتابات الباهتة .	لم يحدث نفس في درجة وضوح الكتابات وظلت ثابتة .	لم يحدث تغير في لون الكتابات بعد اظهارها	بنفسجي الى ازرق مائل الى البنيفسجي	محلول من صبغة الجالول المنخمرة درجة تركيزه ٢٠٪ لم عولجت الكتابات بغير يعضها لايخمرة الترشادور لمدة خمس دقائق .	١ -
٢ - تعتمد درجة وضوح الكتابات بعد اظهارها على كمية اكسيد الحديد التي تملل الكتابات مختلفة بها .	لم يحدث نفس في درجة وضوح الكتابات وظلت ثابتة .	لم يحدث تغير في لون الكتابات بعد اظهارها	بني غامق	محلول من صبغة الجالول المنخمرة درجة تركيزه ٢٠٪ لم عولجت الكتابات بغير الأوراق في محلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة واحدة .	٢ -
	لم يحدث نفس في درجة وضوح الكتابات وظلت ثابتة .	لم يحدث تغير في لون الكتابات بعد اظهارها	بني مائل الى الاسود	محلول من صبغة الجالول المنخمرة درجة تركيزه ٢٠٪ لم عولجت الكتابات بغير الأوراق في محلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة واحدة .	٣ -
	لم يحدث نفس في درجة وضوح الكتابات وظلت ثابتة .	لم يحدث تغير في لون الكتابات بعد اظهارها	اسود مائل الى البني .	محلول من صبغة الجالول المنخمرة درجة تركيزه ٢٠٪ لم عولجت الكتابات بغير الأوراق في محلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة من حمض الخليك درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة اخرى .	٤ -

جدول يوضح تأثير المواد الكيميائية المستخدمة في اظهار الكتابات الباهتة على المكونات السليولوزية للورق ، وقد عبر فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية بالأرقام وأعطى مجازا لكمية المكونات السليولوزية قبل عملية اظهار الكتابات القيمة (١٠) .

رقم	المواد الكيميائية المستخدمة في اظهار الكتابات الباهتة .	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل عملية اظهار الكتابات الباهتة .	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد عملية اظهار الكتابات الباهتة .
١ -	محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢٪	١٠	٩٥
٢ -	محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢٪ ثم عولجت الكتابات بعد اظهارها بمحلول من خلات الرصاص درجة تركيزه ١٦٪ .	١٠	٩٠
٣ -	محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢٪ ثم عولجت الكتابات بعد اظهارها بمحلول من نترات الرصاص درجة تركيزه ١٦٪ .	١٠	٩٠
٤ -	محلول من صيغة الجالول المتخمرة درجة تركيزه ٢٠٪ .	١٠	١٠ تقريبا
٥ -	محلول من صيغة الجالول المتخمرة درجة تركيزه ٢٠٪ ثم عولجت الكتابات بعد اظهارها بتعريضها لأبخرة التوشادر لمدة خمس دقائق .	١٠	١٠ تقريبا
٦ -	محلول من صيغة الجالول المتخمرة درجة تركيزه ٢٠٪ ثم عولجت الكتابات بعد اظهارها بغمر الأوراق في محلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة .	١٠	١٠ تقريبا
٧ -	محلول من صيغة الجالول المتخمرة درجة تركيزه ٢٠٪ وعولجت الكتابات بعد اظهارها بغمر الأوراق في محلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة ثم غمرت الأوراق بعد ذلك في محلول من حمض الخليك درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة أخرى .	١٠	١٠ تقريبا

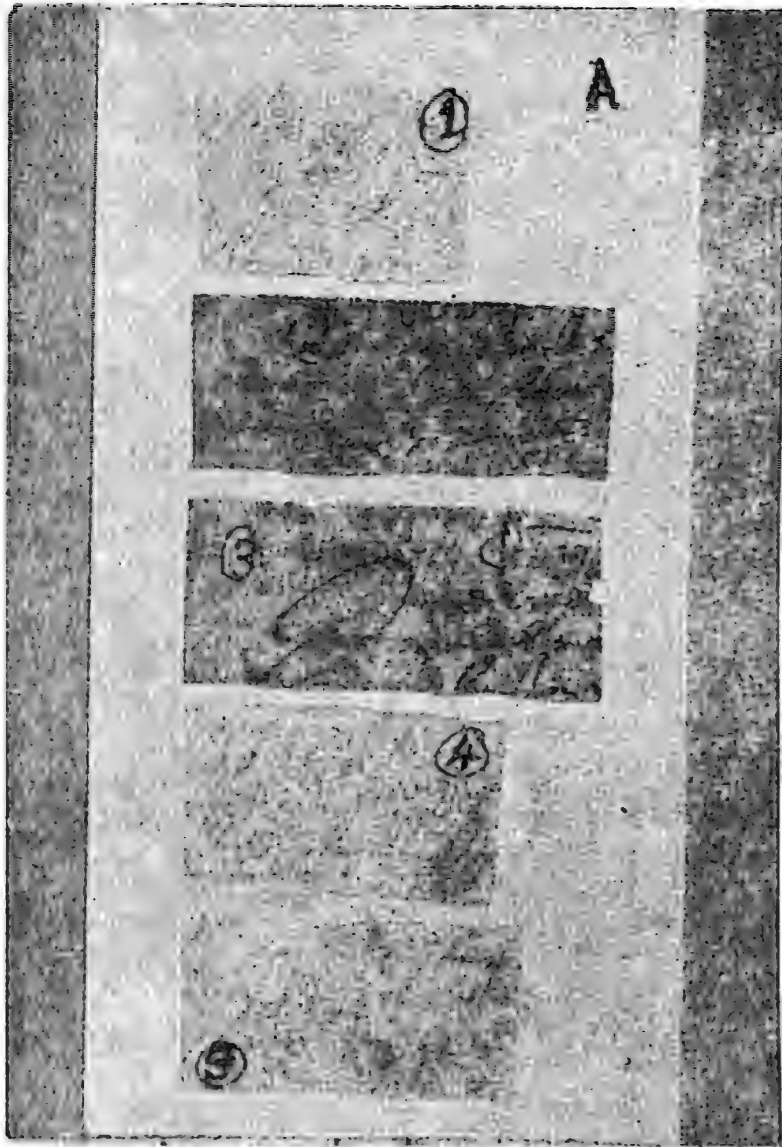


اظهار التآبات الباهتة باستخدام محلول من كبريتيد الاونيوم درجة تركيزه ٢٪
ويتفتح من الصورة ما يلي :

١ - الكتابات الباهتة قبل اظهارها .

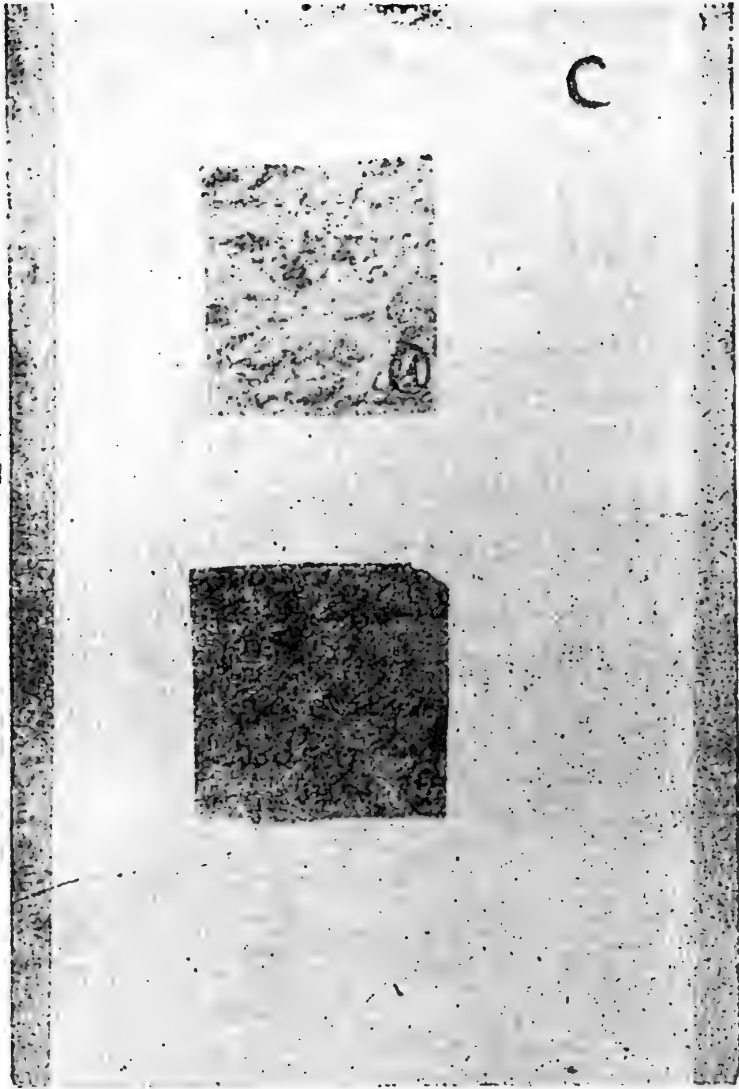
٢ - الحالة التي تصبح عليها الاوراق المألجة لاطهار كتاباتها الباهتة دون ازالة
ما يعلق بسطحها او يتداخل بين اليا لها من اقربة .

وتبدو الكتابات بعد اظارها في صورة خطوط داكنة اللون على ارضية اقل غمقانا
ولغير متجانسة في لونها .



اظهار الكتابات الباهتة باستخدام محلول من كبريتيد الامونيوم درجة تركيزه ٢٪ ويتضح من الصورة ما يلي :

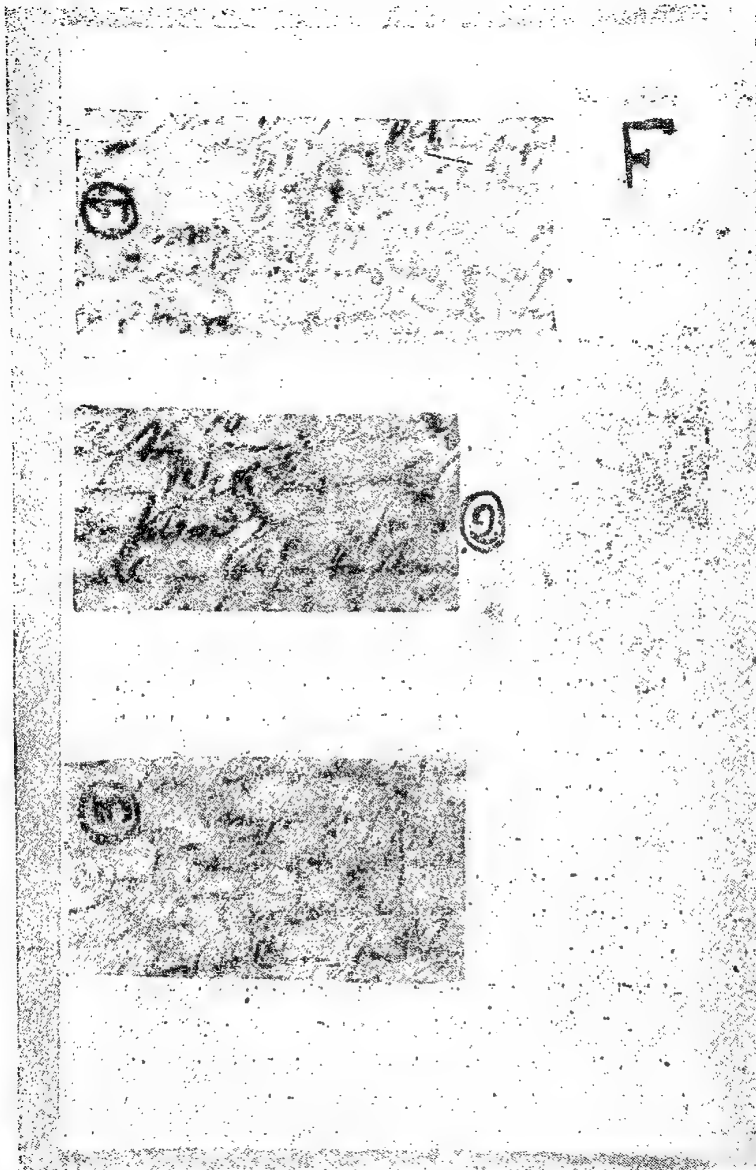
- ١ - النتيجة التي يمكن الحصول عليها باستخدام محلول من كبريتيد الامونيوم درجة تركيزه ٢٪ .
- ٢ - النتيجة التي يمكن الحصول عليها باستخدام محلول كبريتيد الامونيوم ثم معالجة الكتابات بعد اظهارها بمحلول من نترات الرصاص درجة تركيزه ١٦٪ .
- ٣ - النتيجة التي يمكن الحصول عليها باستخدام محلول كبريتيد الامونيوم ثم معالجة الكتابات بعد اظهارها بمحلول من خلات الرصاص درجة تركيزه ١٦٪ .
- ٤ - النتيجة التي يمكن الحصول عليها باستخدام محلول كبريتيد الامونيوم ثم معالجة الكتابات فور اظهار بمحلول من خلات الفينيل المبلورة درجة تركيزه ٥٪ .
- ٥ - النتيجة التي يمكن الحصول عليها باستخدام محلول كبريتيد الامونيوم ثم معالجة الكتابات فور اظهارها بمحلول من الصوديوم كاربوكسي مثيل سليولوز درجة تركيزه ٥٪ .



اظهار الكتابات الباهتة باستخدام محلول من صيغة الجالول المتغيرة ثم معالجة الكتابات بعد اظهارها بتعريضها لأبخرة التوشادر لمدة خمس دقائق .
ويتضح من الصورة اختلاف درجة وضوح الكتابات في التجريبتين ١ ، ٢ بالرغم من ان الكتابات الباهتة في ما قد عولجت بنفس المادة وفي نفس الظروف .. ويرجع هذا الى اختلاف كمية اكسيد الحديد التي ظلت الكتابات الباهتة محتلفة بها في كل منهما .



اظهار الكتابات الباهتة باستخدام محلول من صبغة الجالول المتخمرة .. ولقد عولجت
 الكتابات التي تم اظهارها بمحلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة
 ثم بمحلول من حمض الخليك درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة اخرى .
 ويتضح من الصورة اختلاف درجة وضوح الكتابات في التجارب ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ،
 بالرغم من ان الكتابات الباهتة في جميع هذه التجارب قد عولجت بنفس المواد وفي نفس
 الظروف .. ويرجع هذا الاختلاف الى اختلاف كمية اكسيد الحديد التي ظلت الكتابات
 الباهتة محتفظة بها في كل حالة .



اظهر الكتابات الباهتة باستخدام محلول من صبغة الجالول المتخففة ٠٠ وقد عولجت
 الكتابات فور اظهارها بمحلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة ٠
 ويتضح من الصورة اختلاف درجة وضوح الكتابات في التجارب ارقام ١ ، ٢ ، ٣ برغم
 ان الكتابات الباهتة في جميع هذه التجارب قد عولجت بنفس المواد وفي نفس الظروف ٠٠
 ويرجع هذا الى اختلاف كمية اكسيد الحديد التي ظلت الكتابات الباهتة محتفظة بها في
 كل حالة ٠

ثالثا - مناقشة النتائج :

بعد مناقشة نتائج الاختبارات العملية أمكن استخلاص الأمور الهامة الآتية :

١ - يجب تجنب استخدام كبريتيد الأمونيوم فى اظهار الكتابات الباهتة لما لها من تأثير سبيء على المكونات السليولوزية للورق ٠٠ وبالإضافة الى ذلك فان الكتابات التى يتم اظهارها لا تلبث أن تبهت من جديد بعد وقت قصير نسبيا من اظهارها .

٢ - يفضل استخدام صبغة الجالول المتخمرة (Fermented gallol tincture) فى اظهار الكتابات الباهتة ، وذلك على أساس انه ينتج عن استخدامها تكون نفس المركب الكيميائى الذى كان موجودا بالكتابات قبل أن تبهت ٠٠ ومن ناحية أخرى فانه لا يتخلف بالورق من جراء استخدامها أحماض قوية أو أملاح معدنية قد تؤدى الى تلف الورق فى المستقبل ٠٠ وبالإضافة الى ذلك فقد ثبت أن كلا من صبغة الجالول المتخمرة وحمض الجاليك لا يتسببان فى تلف الورق ولا يؤثران على مكوناته السليولوزية .

٣ - أمكن الوصول الى أفضل النتائج من حيث امكانية اظهار الكتابات بلون يماثل الى حد كبير لونها الأصلى باستخدام محلول صبغة الجالول المتخمرة ثم معالجة الكتابات بعد اظهارها بمحلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١ ٪ لمدة دقيقة ثم بمحلول من حمض الخليك درجة تركيزه ١ ٪ لمدة دقيقة أخرى .

٤ - يجب غسل الأوراق المراد اظهار ما بها من كتابات باهتة لازالة ما قد يكون عالقا بها أو متداخلا بين أليافها من أتربة نظرا لاحتواء هذه الأتربة على نسبة من مركبات الحديد ، الأمر الذى سوف يؤدى الى اكتساب الأوراق - فى حالة تواجدها - لونا أسودا مائلا الى الحمرة بفعل المواد الكيميائية المستخدمة فى اظهار الكتابات الباهتة نتيجة لتفاعلها مع مركبات الحديد الموجودة بالأتربة .

وأخيرا وفى نهاية الحديث عن طرق علاج وترميم الورق لابد لنا من أن نقول أن جميع الطرق التى ذكرت فى هذا الصدد والمواد المستخدمة فيها - رغم انها تشكل الأساس المنهجى والتطبيقاتى لعلاج وترميم الأوراق القديمة بأنواعها المختلفة - لا يصح تناولها أو تنفيذها على علاتها ، بل يجب مداومة البحث والتجربة حتى نصل الى درجة الاستيقان الكامل من صلاحيتها ، وذلك إيمانا منا بأهمية هذا العمل واستشعارا لمدى الخطور التى تترتب على التطبيق الخاطى، لعمليات الترميم والعلاج .

علاج وترميم أوراق البردى

استخدمت أوراق البردى فى مصر القديمة كمادة يكتب عليها منذ ٣٠٠٠ عام قبل الميلاد وحتى القرن التاسع الميلادى عندما تقدمت صناعة الورق وأزاحت البردى عن مكانته المرموقة .

والبردى هو أحد المواد التى تفقد ليونتها بالجفاف وتستعيد هذه الليونة بدرجة كبيرة إذا ما اكتسبت ثانية قدرا كافيا من الرطوبة ، وهذا فى الواقع هو الأساس أو حجر الزاوية فى جميع أعمال علاج وترميم أوراق البردى . وما يساعد كثيرا فى أعمال الصيانة والعلاج أن الأحبار التى كتب بها على أوراق البردى لا تتأثر بالماء أو المحاليل المائية .

والبردى بوصفه أحد المواد المصنوعة من الألياف السليولوزية لا يختلف عن الورق فى الكيفية التى يتلف بها . ولعل الفرق الوحيد بينهما - من وجهة نظر العاملين فى الصيانة هو كون البردى أكثر ثباتا فى مواجهة عوامل التلف المختلفة التى يتعرض لها . ويرجع ذلك بطبيعة الحال الى أن أوراق البردى مادة بسيطة التكوين تتركب أساسا من السليولوز وبقايا طفيفة من عصارات نبات البردى التى تتكون غالبا من قليل من الأملاح والسكريات وقليل من المواد النشوية والمواد الدابغة . ومن الملفت للنظر فى هذا الصدد أن صناعة أوراق البردى والمادة الخام المستخدمة فيها قد خضعت لتقاليد راسخة ولم يطرأ عليها تطور يذكر عبر العصور الطويلة التى استخدمت فيها .

والواقع هو أن معظم طرق العلاج والترميم التى ذكرت عند الحديث عن علاج وترميم الورق والمواد المستخدمة فيها يمكن تطبيقها فى علاج وترميم أوراق البردى ، إلا أن أوراق البردى بوصفها أحد المواد الأثرية تخضع لمعايير خاصة تستوجب عدم أحداث تغيير ملحوظ سواء فى الشكل أو فى المظهر أو فى اللون ، الأمر الذى يتطلب التدقيق فى اختيار طرق العلاج والترميم والالتزام بوجهة نظر الأثرين . وعلى ذلك فليس هناك ضرورة لتكرار الحديث عن طرق العلاج والترميم والمواد المستخدمة فيها ويمكن الرجوع إليها واختيار أنسبها وأصلحها لعلاج وترميم أوراق البردى .

وسوف نكتفى بالحديث هنا عن طرق فرد أوراق البردى .

فرد أوراق البردى

وجدت أوراق البردى التى وصلت إلينا من الأزمنة القديمة - وخاصة

فى مصر - اما على هيئة لفائف تختلف فى أحجامها وجدت محفوظة داخل أكياس من قماش الكتان ، واما على هيئة طبقات مكتوبة وملصقة بالغراء ومغطاة بطبقة رقيقة منقوشة من الملاط ، مكونة ما يطلق عليه اسم كرتوناج المومياوات ٠٠ وبالإضافة الى ذلك وجدت حالة فريدة فى برديات نجع حمادى التى يرجع تاريخها الى العصر القبطى المبكر - وتعرف باسم برديات العارفين بالله ، وقد وجدت عند الكشف عنها داخل أغلفة مصنوعة من الجلد ، وهى محفوظة بالمتحف القبطى بالقاهرة ويتوافر على دراستها حاليا لجنة دولية تحت اشراف منظمة اليونسكو - حيث عثر على كمية كبيرة من أوراق البردى المكتوبة والملصقة معا التصاقا شديدا بالغراء الحيوانى على هيئة أوراق الكرتون داخل الأغلفة الجلدية لهذه البرديات ٠٠ وقد عهد الى بعملية فصل أوراق البردى هذه منذ ما يزيد عن الخمس سنوات .

ومن الواضح أن ظروف تواجد أوراق البردى على هذه الصورة أو تلك يحتم اتباع طرق فرد تتباين فى التطبيق وان كان يجمعها أساس واحد ، فالبردى هو أحد المواد التى تفقد ليونتها بالجفاف وتستعيدها ثانية اذا ما اكتسبت كمية كافية من الرطوبة .

طرق فرد أوراق البردى (١) لفائف البردى

وتتبع لفرد لفائف البردى الطريقة الآتية :

- ١ - تنظيف اللفائف مما قد يكون عالقا بها من أتربة أو رمال باستعمال فرشاة ناعمة أو أى أداة أخرى مناسبة .
- ٢ - تعرض لفائف أوراق البردى بعد تنظيفها لبخار الماء الساخن داخل صندوق محكم الغلق وتترك فترة كافية لامتناس كمية مناسبة من الرطوبة واكتساب درجة الليونة المطلوبة .
- ٣ - بعد التأكد من ليونة أوراق البردى تؤخذ اللفائف وتوضع على لوح من الزجاج مغطى بفرخ من ورق النشاف أو قطعة من قماش البيل ايشلن أو النايلون ويبدأ فى عملية الفرد . وعندما يتم فرد جزء من اللقافة يوضع فوقه لوح من الزجاج ٠٠ وتتوالى عملية التلين والفرد تباعا حتى يتم فرد لقافة البردى بأكملها .
- ٤ - بعد الانتهاء من عملية الفرد ترش البرديات بمحلول من الصمغ العربى درجة تركيزه ٣٪ ، حيث ثبت أنه من أصلح المواد لتقوية

أوراق البردى وتثبيت كتاباتها ، فضلا عن كونه المادة التي استخدمت قديما لهذا الغرض .

٥ - بعد تشرب محلول الصمغ العربي توضع البرديات بين ورقتين من الأوراق المشبعة بشمع البرافين وتكبس بواسطة مكبس يدوي لمدة عشر دقائق ترفع بعدها وتوضع بين ورقتين جديدتين من الأوراق المشبعة بشمع البرافين ثم يعاد كبسها حتى صباح اليوم التالي . وفي حالة عدم وجود الورق المشبع بشمع البرافين يمكن استعمال ورق من النشاف بعد رشه بمحلول من شمع البرافين الذائب في البنزين . وفي هذه الحالة يستخدم بدلا من المكبس لوحان من الزجاج يوضع فوقهما بعض الأثقال . ويراعى مداومة تغيير ورق النشاف من وقت لآخر حتى يمكن تلافي التصاق البرديات به .

٦ - تعد البرديات للعرض بعد جفافها بوضيها بين لوحين من زجاج البلكسي (plexiglass) وذلك بعد تعقيمها بالمبيدات الفطرية والبكتيرية . ويراعى ألا تكون البرديات محتوية على كمية من الرطوبة أكثر مما يكفل عدم نمو الفطريات وعلى أن تترك عند لصق لوحى الزجاج بعض المنافذ ليتسرب منها الهواء داخل لوحى الزجاج .

(ب) كرتوناچ المومياءات :

لما كانت كرتوناچات المومياءات تتكون فى بعض الحالات من طبقات من أوراق البردى ملتصقة بعضها ببعض الآخر بالغراء الحيوانى ويفطى سطحها طبقة من ملاط الجسو تكون عادة منقوشة ومزينة بالألوان ، فإن ذلك يستوجب تعديلا أو تحويرا فى الطريقة التى تتم بها عملية الفرد . وهذا التعديل يتلخص فى الخطوات الآتية :

١ - تزال طبقة الملاط بطريقة يدوية ، ولعله يكون من الأفضل محاولة الاحتفاظ بها سليمة . ويمكن أن تتبع فى ذلك الطريقة الآتية :

(أ) تستقى طبقة ملاط الجسو بمحلول من مادة الكلاتون ج . ب (CALATON C. B.) الذائبة بنسبة ٥٪ فى الكحول الايثيل المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠٪ حتى تتشبع تماما ثم تترك لتجف . ومحلول الكلاتون هذا يتميز بأن شده السطحي أقل من الماء ، ومن ثم فسوف ينفذ الى مسافة كبيرة داخل طبقة ملاط الجسو ويكون بعد جفافه غشاء متداخلا فيها . وسوف يعمل هذا الغشاء بالاضافة الى تثبيته للألوان على ربط حبيبات ملاط الجسو ويمنع تفككها بالماء .

(ب) تدعم طبقة ملاط الجسو بطبقة من قماش الشاش تلصق عليها باستخدام محلول من الصوديوم كاربوكسى مثيل سليولوز (اليسولين) الذائبة فى ماء دافىء بنسبة ٥ ٪ .

(ج) بعد جفاف القماش والتصاقه تماما بملاط الجسو يقلب الكرتوناج وترش أوراق البردى بالماء المضاف اليه الكحولى الاثيل بنسبة ٥٠ ٪ على الأقل ٠٠ ويراعى أن يتسرب الماء المضاف اليه الكحول الى السطح الأسفل من طبقة ملاط الجسو الملاصق لأوراق البردى ٠٠ وينتظر حتى تكتسب أوراق البردى درجة كافية من الليونة وحتى يتطرى السطح الأسفل من طبقة ملاط الجسو .

(د) تفضل أوراق البردى عن طبقة ملاط الجسو باستخدام مشروط أو أية أداة أخرى مناسبة على أن يكون القطع فى السطح الأسفل من طبقة الجسو وبعيدا عن أوراق البردى ٠٠ ويراعى منتهى الحذر حتى لا تتهتك أوراق البردى أو سطح طبقة الجسو المنقوش والملون .

(هـ) بعد فصل أوراق البردى تترك طبقة ملاط الجسو حتى تجف ثم يدعم سطحها السفلى بطبقة من قماش الشاش تلصق عليه باستخدام محلول من مادة خلاط الفينيل المبلعمة الذائبة فى الأسيتون بنسبة ١٠ ٪ .

(و) تزال طبقة الشاش التى تغطى سطح طبقة ملاط الجسو المنقوش باستخدام كمادات من الماء الدافىء ٠٠ ويراعى أن يكون القماش عند ازالته موازيا لسطح طبقة ملاط الجسو ، وبذلك يمكن تقليل الشد الناتج الى أقل قدر ممكن وحتى يمكن تلافى تقشر النقوش والألوان .

٢ - توضع أوراق البردى الملتصقة بالغراء العيوانى بعد ازالة طبقة الملاط التى كانت تغطيها فوق قطعة من قماش الشاش ثم توضع بعد ذلك فى حوض به ماء ساخن درجة حرارته تتراوح ما بين ٦٠ درجة ، ٧٠ درجة م وتظل به الى أن يذوب الغراء تماما مع مداومة اجداث اهتزازات فى الماء باستخدام فرشاة ٠٠ وقد يحتاج الأمر تغيير الماء من وقت لآخر .

٣ - بعد التأكد من ذوبان الغراء يزفع القماش وما عليه من أوراق بردى وينتظر حتى تتماسك أوراق البردى ويبدأ فوراً فى فصل طبقاتها واحسدة تلو الأخرى باستخدام الأنواع المناسبة من المشارط والملاقيط .

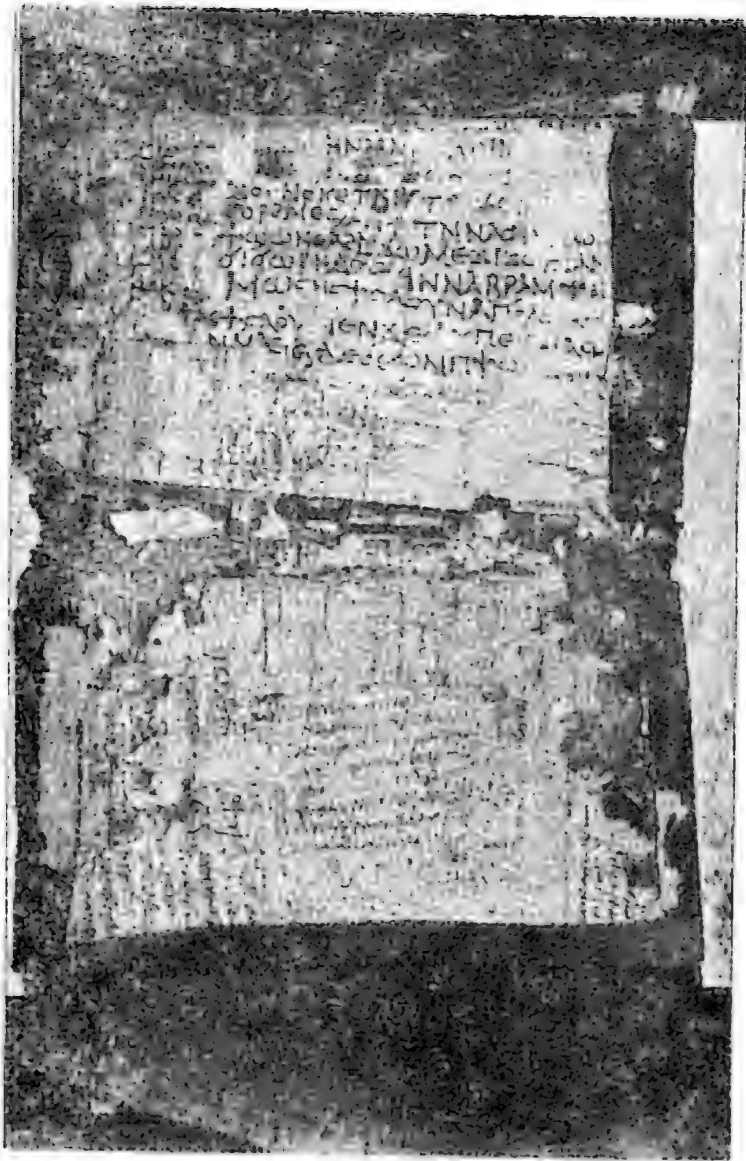
٢ - تحفظ أوراق البردى التى يتم فصلها بين أوراق مبللة من النشاف
لحين الانتهاء من عملية الفصل وبعدها تفرد كل على حدة ثم تعالج
وتعد للمرض بالطريقة السابق الإشارة إليها .

ومما يجدر التنويه عنه هو أننى قد اتبعت هذه الطريقة وبنجاح فى
فصل أوراق البردى التى كانت تبطن أغلفة برديات العارفين بالله .

وفىما يلى سوف أضع بين يدى القارئ مجموعة من الصور
الفوتوغرافية تمثل خطوات العمل التى اتبعتها فى فصل أوراق البردى
التي كانت تبطن أغلفة برديات العارفين بالله حتى يمكن الاسترشاد بها .



صورة فوتوغرافية لفلاف جلدى لأحد مخطوطات العارفين بالله المكتوبة على أوراق
البردى ويرجع تاريخها الى العصر القبطى المبكر .



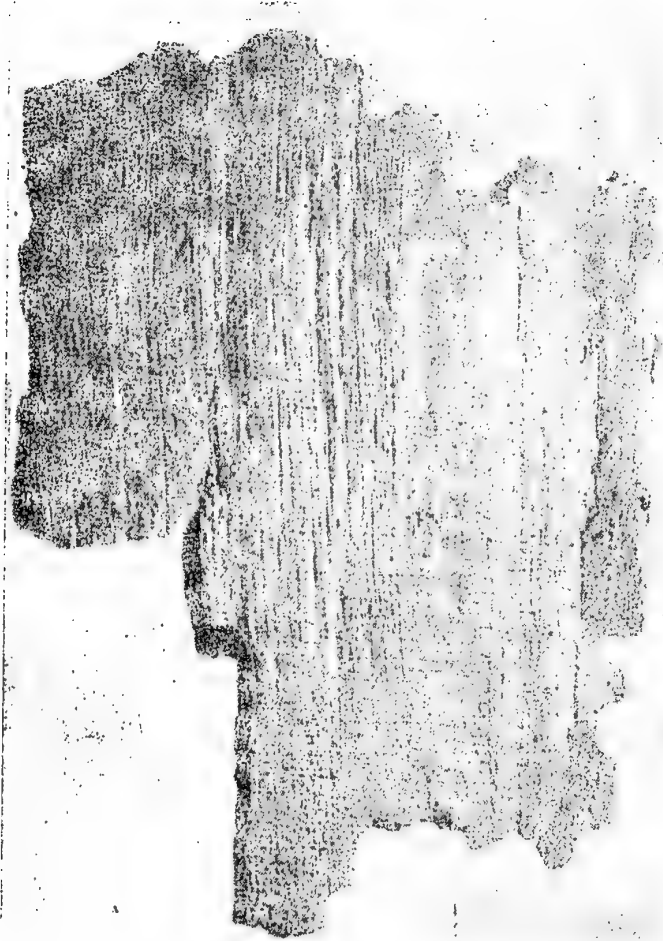
.. صورة فوتوغرافية لمجموعة من أوراق البردي المكتوبة والملتصقة معا التصاقا شديدا
بالغراء الحيواني على هيئة أوراق الكرتون .. وهي كما يتضح من الصورة مستخدمة في
تبطين القلاف الجلودى لأحد مخطوطات العارفين بالله .



صورة فوتوغرافية لأوراق البردى التي كانت تبطن الغلاف الجلى لخطوة العارلين
بالله ، وذلك بعد أن نزع من الغلاف الجلى .

وقد نزع أوراق البردى عن الغلاف الجلى بعد أن اكتسبت أوراق البردى درجة
كافية من الليونة عن طريق وضع الغلاف وما به من أوراق بردى فى صندوق معكم الفلق
بداخله اثناء مملوء بالماء الساخن . . وقد تم نزع أوراق البردى بطريقة ينوية وباستخدام
الأنواع المناسبة من المشارط والملاقيط .

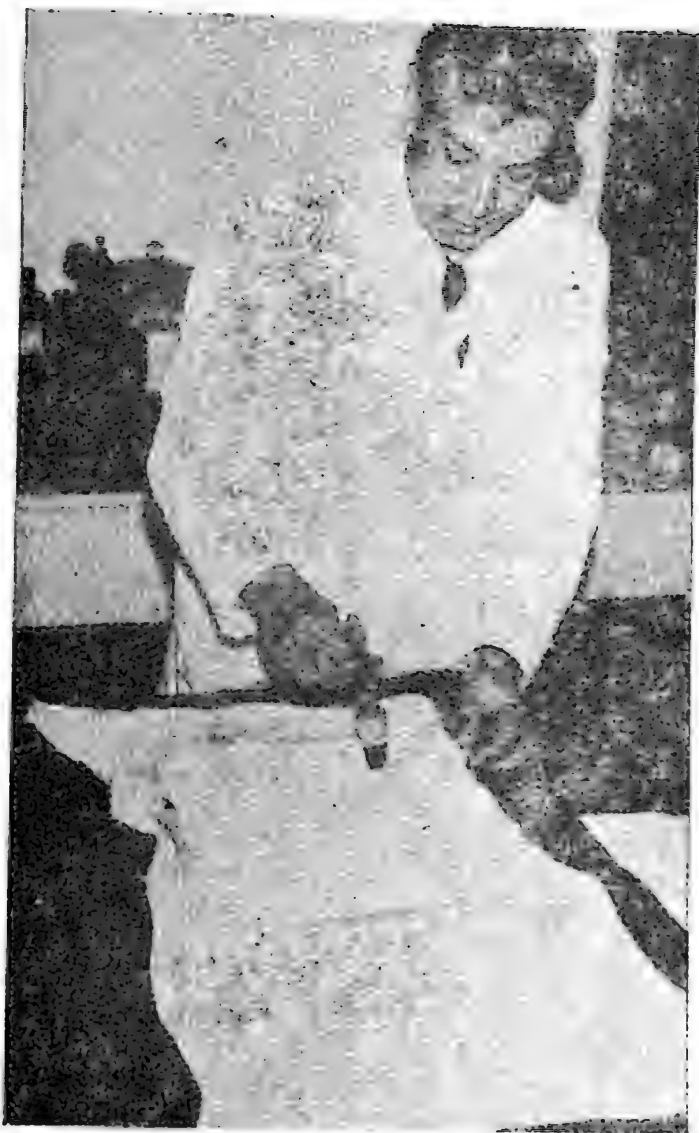
ويستطيع القادى أن يتخيل من الصورة اللوتوغرافية سحب أوراق البردى وشدة
التصاقها معا .



صورة فوتوغرافية للسطح الخلفى لأوراق البردى المتصقة معا التصاقا شديدا بالغراء.
التحواني بناء أن نزع من الغلاف الجلدى .
وبلاحظ من الصورة أن هذا السطح غير مكتوب ، الأمر الذى يسر كثيرا عملية فصل
أوراق البردى عن الغلاف الجلدى .



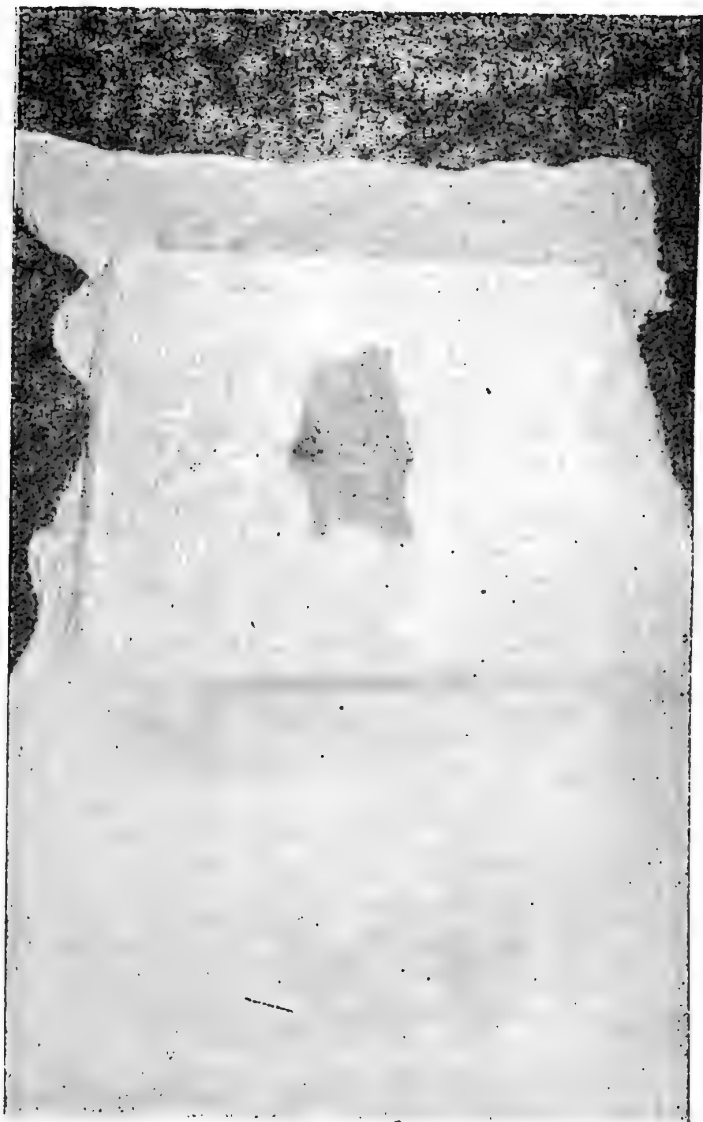
صورة فوتوغرافية توضح كيفية الإعداد لعملية فصل أوراق البردى التى نزع من الغلاف الجلىدى . ويظهر فى الصورة حوض من الصاج المطلى بالمينا مملوء بماء ساخن درجة حرارته تتراوح ما بين ٦٠ درجة ، ٧٠ درجة مئوية وتظلمة من قباش الشاش يجرى فردها على الحوض المملوء بالماء ، وذلك بغرض استخدامها كحامل لرفع أوراق البردى بعد أن يلدوب الغراء تماما وبعد أن تبدأ فى الانفصال .



صورة فوتوغرافية تبين الحوض المملوء بالماء الساخن بعد أن تمت تغطيته بقماش الشاش
وتجرى عملية تثبيت قماش الشاش في قاع الحوض •



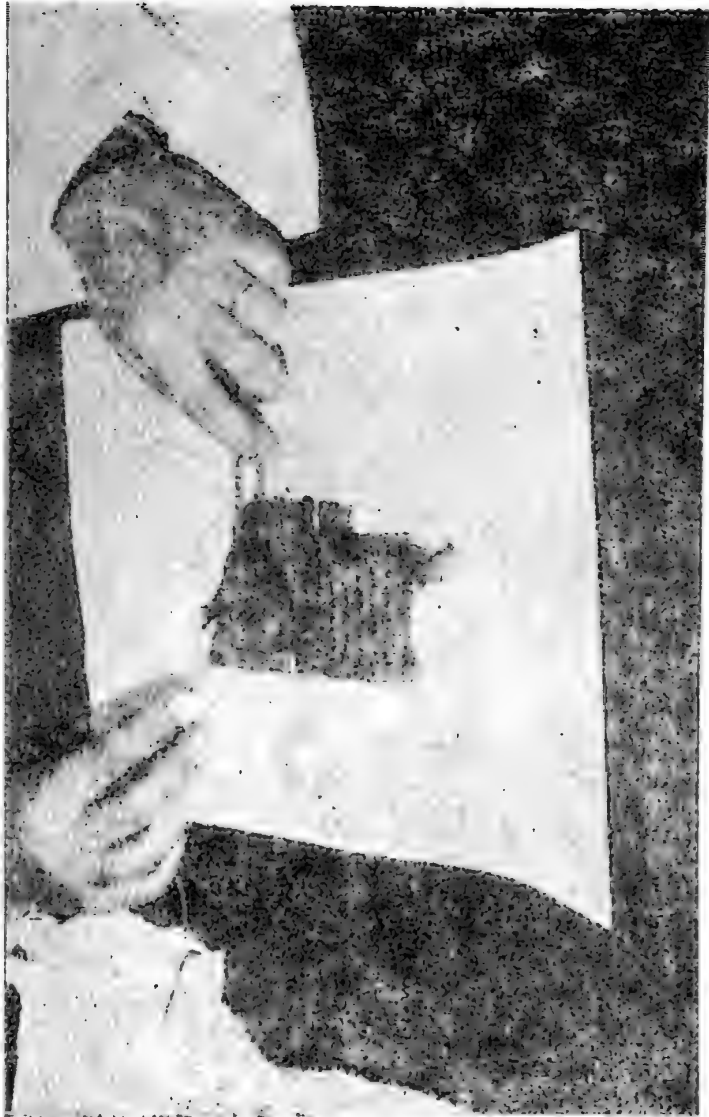
عنودة فو توغرا لية توضع كيفية نقل أوراق البردي الى الحوض المطور . بالله الساخن ، وذلك بعد أن تمت عملية تثبيت قماش الناس في قاعه .



صورة فوتوغرافية تبين أوراق البردى الملتصقة معاً بالزئبق الحيواني وهي عائمة على سطح الماء الساخن الموضوع في الحوض المثبت في قاعة قهش الشاش .



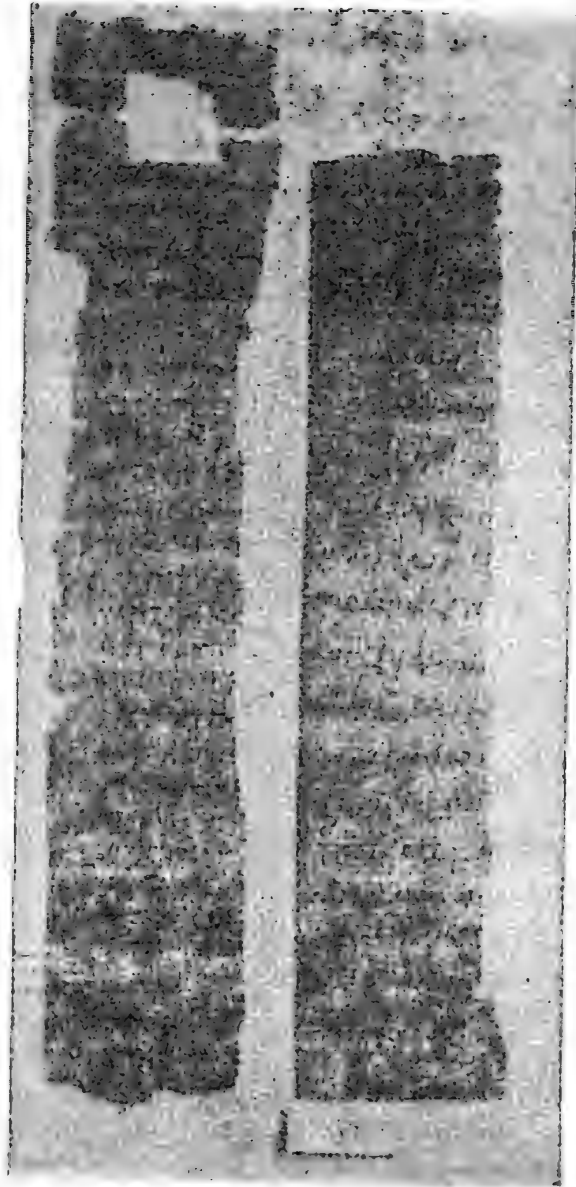
صورة فوتوغرافية توضح كيفية تفتيس أوراق البردى الملصقة بالفراء الحيواني في الماء الساخن .
وسوف يتبع ذلك أحداث اعتزازات في الماء باستخدام الفرشاة ، وذلك بغرض الاسراع في عملية ذوبان الفراء وأحداث قوة ضغط ميكانيكية بسيطة ومنظمة تساعد على فصل أوراق البردى عندما يلمس الفراء الحيواني في الماء الساخن .



صورة فوتوغرافية تبين صحيفة ورق البردي السطحية بعد أن تم فصلها ووضعها على ورق التشفير .
وتجري عملية فردها بعد أن تمكنت باستخدام الأنواع المناسبة من التشارط واللاصق ، وذلك تهيئاً لتقريبها وتثبيت كتابتها ثم اعدادها للمرضى .



صورة فوتوغرافية تبين صحيفتين من ورق البردى من طبقات داخلية ، بعد أن تم فصلها ووضعها على لوح من ورق النشاف ، وذلك قبل البدء في عملية الفرد والتقوية وتثبيت الكتابات تمهيدا لاعادتها للعرض .



صورة فوتوغرافية تبين صفيحتي ورق البردي اللتين تم فصلها من طبقات داخلية ،
بعد أن تم فردهما وتقويتهما وتثبيت ما عليهما من كتابات تهيئنا لوضعهما بين أوحين من
زجاج البلكني :

علاج وترميم الجلد والرق

علاج وترميم الجلود القديمة

لعل من أهم الأمور التى يجب ألا تغيب عن أذهان المشتغلين بعلاج وترميم الآثار والمقتنيات الثقافية أن الهدف النهائى من جميع أعمال العلاج والترميم والصيانة هو الحفاظ على هذه المقتنيات للأجيال المقبلة بخصائصها الأصلية من حيث الشكل الظاهرى والمحتوى الحضارى ، الأمر الذى يحتم انقاذ أكبر قدر ممكن من مادتها بكل الوسائل والامكانيات المتاحة ، غير أنه فى بعض الحالات قد يتطلب الأمر استبدال الأجزاء المتآكلة التى تعجز الامكانيات المتوفرة عن انقاذها ، وفى هذه الحالة لابد من استخدام مواد لا تختلف عن الأجزاء المتآكلة المطلوب استبدالها فى المظهر وعلى أن يجرى تشكيلها بالأسلوب الملائم الذى يحفظ للمقتنيات خصائصها الفنية وسماتها الجمالية .

ولكل هذه الأسباب مجتمعة نجد أن أعمال العلاج والترميم التى تجرى فى المراكز المتخصصة بدور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية تختلف اختلافا جوهريا عن عمليات الإصلاح التى يقوم بها عادة بعض الحرفيين فى ورش التجليد بالرغم من التشابه الظاهرى الذى يبدو بينما لغير المتخصصين .

ويشتمل علاج وترميم الجلود القديمة على عدة عمليات أساسية هى :

- ١ - التنظيف وإزالة البقع .
- ٢ - الفرد وإزالة التجمعات .

٣ - علاج الجلود التالفة بتأثير المياه •

٤ - التطرية •

٥ - التقوية واستكمال الأجزاء الناقصة •

وفيما يلي سوف نتناول هذه العمليات بالتفصيل وذلك على النحو التالي :

أولا - التنظيف وإزالة البقع

١ - التنظيف :

(أ) التنظيف بالطرق الميكانيكية :

تنظف الجلود القديمة بالطرق الميكانيكية لازالة ما قد يكون عالقا بها من أتربة وبويضات الحشرات أو مخلفاتها وما قد يتواجد على سطوحها من طبقات جيلاتينية لزجة باستخدام فرشاة ناعمة جافة •• وإذا لزم الأمر فيستعمل بحذر شديد الأنواع المناسبة من المكاشط والمشارط •• وفي حالة الجلود المتآكلة يمكن استخدام أجهزة شفط مناسبة على أن توضع الجلود بين طبقتين من قماش ناعم واسع الشبكات ثم تمرر أنبوبة جهاز الشفط على سطح القماش جزءا جزءا الى أن يتم التخلص من الأتربة •

والواقع أنه اذا نجحت الطريقة الميكانيكية فى ازالة المواد العالقة والقاذورات على الناشف فانها تكون أفضل بكثير من الطرق التى تستخدم فيها المحاليل الكيميائية ، وذلك لآمانها ولعدم اذابتها للمواد الصابغة المستخدمة فى تلوين الجلود ، فضلا عن كونها لا تؤدى الى تبقع أو تغير لون الجلود •

ب- (ب) التنظيف بالمحاليل الكيميائية :

بعد ازالة الأتربة والقاذورات العالقة بالجلود واذا احتاج الأمر الى استخدام المحاليل الكيميائية فيجب تجنب استخدام المحاليل المائية ، اذ ثبت أن الماء يؤدى الى تلف الجلود القديمة تلفا كبيرا لا يمكن تلافى آثاره •

ويستخدم عادة فى تنظيف الجلود القديمة صابون اوليات البوتاسيوم الذى يطلق عليه عادة بالانجليزية اسم (Spirit Soap) لقابليته للذوبان فى زيت التربنتين المعدنى (White spirit) •

ويستخدم صابون أوليات البوتاسيوم على صورة محلول في زيت التربينتين المعدني درجة تركيزه ٢ ٪ ٠٠ ويجرى العمل باستخدام أسفنجة مبللة بقليل من محلول الصابون يمس بها سطح الجلد مرة تلو الأخرى الى أن يتم تنظيف الجلود تماما من الأتربة والقاذورات العالقة بسطحها أو المتداخلة في مسامها .

وفي نهاية عملية التنظيف تشطف الجلود باستخدام أسفنجة مبللة بقليل من زيت التربينتين المعدني ويستمر العمل الى أن يتم إزالة آثار الصابون المستخدم في الغسيل ، ثم تترك الجلود لتجف في درجة الحرارة العادية .

٢ - إزالة البقع :

تتطلب عملية إزالة البقع من الجلود القديمة تحديد نوعية البقع والتعرف على المواد التي تسببت فيها وعلى التغيرات الكيميائية التي طرأت عليها والمواد الكيميائية اللازمة لعملية التنظيف وخواصها ومدى تأثيرها على الجلود ، وكذلك الاحتياطات الواجب مراعاتها والحدود التي يجدر الوقوف عندها .

ولكل هذه الاعتبارات فإن عملية إزالة البقع ليست من العمليات النمطية الروتينية ٠٠ وفي حالات كثيرة يضطر القائمون بهذا العمل الى الموازنة بين سلامة الجلود وبين إزالة ما بها من بقع .

ويتوقف نجاح عملية إزالة البقع على كيفية استخدام المحاليل الكيميائية وذلك على أساس أن استخدامها بقدر أكثر من اللازم يؤدي الى انتشار هذه البقع في الأماكن المجاورة لها ، مما يزيد من اتساخ الجلود وتشويه مظهرها ، ولذلك يجب فرد الجلود المراد إزالة ما بها من بقع على ألواح من الزجاج مغطاة بأوراق النشاف وتوضع المحاليل الكيميائية المستخدمة في إزالة البقع سحاحات حتى يمكن استخدامها نقطة بنقطة تلافيا لانتشار البقع .

وقد وجد بالتجربة أن تغطية البقع قبل استخدام المحاليل الكيميائية بطبقة رقيقة من بودرة التلك يساعد كثيرا على عدم انتشار البقع في الأماكن المجاورة لها ٠٠

ومن الضروري مراقبة سير عملية إزالة البقع حتى يمكن إيقافها في الوقت المناسب وقبل أن تؤثر على لون الجلود ذاتها .

وبصفة عامة يجب مراعاة الاعتبارات الآتية عند إزالة البقع من
الجلود القديمة :

- ١ - عدم استخدام محاليل المواد القلوية ، فالمواد البروتينية قابلة
للذوبان فى القلويات .
 - ٢ - عدم استخدام المواد الكيميائية القاصرة أو المزيله للألوان التى يتولد
عنها غاز الكلور ويكتفى باستخدام محلول من فوق أكسيد الهيدروجين
(ماء الأكسجين) .
 - ٣ - عدم استخدام محاليل الأحماض القوية المركزة .
 - ٤ - عدم استخدام حمض النيتريك ، اذ أنه يصبغ المواد البروتينية
باللون الأصفر .
 - ٥ - تجنب استخدام المخاليل المائية ، وفى الحالات التى يتحتم
استخدامها يجب عدم استخدامها وهى ساخنة جدا .
 - ٦ - يجب تثبيت الكتابات والنقوش ان وجدت قبل البدء فى إزالة البقع
وذلك باستخدام محلول الكلاتون .
 - ٧ - يجب التخلص نهائيا من آثار المواد الكيميائية التى استخدمت فى
إزالة البقع .
- وفيما يلى سوف نتناول بطريقة اجمالية أنواع البقع الشائع تواجدها
والمواد الكيميائية التى يمكن استخدامها لهذا الغرض .

بقع الشموع :

يتم كشط الجزء المتراكم على سطح الجلود باستخدام مشرط أو
سكين أو أية أداة أخرى مناسبة ، أما الجزء الذى تشربه الجلد فيزال
بالبنزين على أن تغطى مواضع البقع قبل استخدام البنزين ببودرة التلك
حتى نمنع بذلك انتشارها فى الأماكن المجاورة .

وثمة طريقة أخرى توضع فيها الجلود الملوثة بالشموع - وخاصة
إذا كانت رقيقة بين فرخين من ورق النشاف ثم تمرر فوقها مكواه كهربائية
محمية لدرجة الحرارة المناسبة ، فينصهر الشمع ويتشربه ورق النشاف .

بقع الزيوت والدهون والقطران :

تستخدم المواد الآتية فى إزالة هذه الأنواع من البقع :

١ - ثلاثى كلوريد الاثيلين .

٢ - ثنائى كلوريد الاثيلين .

٣ - المورفولين .

٤ - زيت التربنتين النباتى أو المعدنى .

ومن الضرورى قبل البدء فى عملية ازالة البقع تغطية المواضع المتبقية بطبقة رقيقة من بودرة التلك حتى لا تنتشر البقع فى الأماكن المجاورة .

البقع الناتجة من افرازات الذباب وغيره من الحشرات :

يستخدم لازالة هذه البقع فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الاكسيجين) ١٠٠ حجوم بعد أن يضاف اليه مثل حجمه كحول نقى أو أثر .

بقع الشاي والقهوة :

يستخدم لازالة بقع الشاي والقهوة فوق أكسيد الهيدروجين على أن يضاف اليه مثل حجمه كحول نقى أو أثر .

بقع صدا الحديد :

من الملاحظ أن بقع صدا الحديد من البقع الشائع تواجدها فى الجلود القديمة . . . ويستخدم لازالتها عادة محاليل المواد الكيميائية الآتية :

١ - محلول مركز من حمض الأوكساليك .

٢ - محلول من حمض الخليك .

٣ - محلول من حمض الهيدروفلوريك .

وفى حالة استخدامه يجب وضع الجلود على لوح من الخشب أو البلاستيك ، حيث أنه يذيب الزجاج .

بقع الأحبار والمواد الصابغة :

للاختلاف الكبير فى التركيب الكيميائى للأحبار والمواد الصابغة الأخرى فإنه من الضرورى التعرف على المادة المسببة للبقع قبل البدء فى عملية ازالتها . . . وقد سبق تناول هذا الموضوع بالتفصيل عند الحديث عن كيفية ازالة بقع الأحبار والمواد الصابغة من الأوراق القديمة وليست

هناك ضرورة لتكرار الحديث عنها ، ويمكن الرجوع اليها واستخدام ما يتناسب منها مع الجلود القديمة .

ثانيا - الفرد وإزالة التجمعات

فرد الجلود القديمة :

في الحالات العادية يمكن اتباع الطريقة الآتية :

١ - توضع الجلود القديمة المراد فردها في صندوق محكم الغلق به مصدر لبخار الماء لمدة تكفى لاكتسابها درجة مناسبة من الرطوبة والى أن تلين بالقدر الكافى .

٢ - تفرد الجلود بعد أن تلين رويدا رويدا ويحذر شديد ، ثم توضع بين لوحين من الزجاج تحت بعض الأثقال المناسبة الى أن تصل الى درجة الاستواء المطلوبة .

٣ - تدهن الجلود بعد فردها تماما بطبقة من زيت كبد الحوت البارد أو أية مادة تطرية أخرى ، وذلك بغرض المحافظة على ليونتها . وسوف نتناول تطرية الجلود القديمة فيما بعد بالتفصيل .

٤ - تهيأ الجلود القديمة بعد تطريتها للعرض ، وذلك بوضعها بين لوحين من الزجاج . ويراعى ترك منافذ فى البروز المحيط بلوحى الزجاج تسمح بمرور تيار ضعيف من الهواء .

أما فى الحالات التى تكون فيها الجلود القديمة على هيئة لفائف يراد فردها أو على هيئة طبقات ملتصقة فيمكن اتباع الطرق الآتية :

(١) فرد لفائف الجلود القديمة :

ويتبع لفردها الطريقة الآتية :

١ - تغمر اللفائف بعد تنظيفها فى محلول مركز من الباغة الذائبة فى مزيج من خلات الاثيل والاسيتون بنسبة ٥٠ ٪ لكل منهما وتترك هذه اللفائف فى المحلول حتى تتشرب أكبر كمية ممكنة منه .

٢ - ترفع اللفائف وتعرض للهواء حتى تجف تماما .

ويلاحظ فى هذه المرحلة من العمل أن اللفافة سوف تنفرد قليلا إذ أن الباغة تنكمش بطبيعتها عند الجفاف ، وهذا الانكماش ينتج عنه شد منتظم يؤدى الى فرد اللفافة لدرجة ما .

٣ - يعاد دهان الأجزاء التى تم فردها من اللقافة بمحلول الباغة ثم تترك لتجف . وبطبيعة الحال سوف يؤدى هذا الى زيادة المساحة المفرودة تباعا . وتتكرر هذه العملية حتى يتم فرد اللقافة جميعها .

٤ - تتم عملية استواء اللقافة ، وذلك بوضعها فى صندوق محكم الغلق به مصدر لبخار الماء حتى تكتسب درجة كافية من الليونة ثم توضع بين لوحين من الزجاج على النحو السابق توضيحه ، وتهدأ للعرض بعد ذلك .

(ب) طبقات الجلود المتصقة :

ويتبع لفصل طبقات الجلود المتصقة الطريقة الآتية :

١ - تغمر الجلود المتصقة فى اناء به بنزول ثم يوضع الاناء بعد ذلك فى ثلاجة ويظل بها حتى يتجمد البنزول .

ويتميز البنزول بأنه يتجمد فى درجات الحرارة المنخفضة ، وأن هذا التجمد يصحبه زيادة فى الحجم ، الامر الذى ينتج عنه ضغط منتظم على أسطح الجلد الداخلية مما يؤدى الى فصلها ولو جزئيا فى بادئ الأمر .

٢ - تتكرر عملية غمر الجلود فى البنزول ثم وضعها فى ثلاجة حتى يتم فصل طبقات الجلد المتصقة . وقد يحتاج الأمر فى بعض الأحيان الالتجاء الى الطرق اليدوية أو الميكانيكية - بالإضافة الى الضغط الناشئ عن تجمد البنزول - وفى هذه الحالة يجرى ادخال مشرط أو سكين أو ملوق من البلاستيك بين طبقات الجلد المتصقة التى تم فصلها جزئيا بفعل الضغط الناشئ عن تجمد البنزول ودفعها برفق وحذر حتى تنفصل .

٣ - بعد اتمام فصل طبقات الجلد المتصقة توضع فى صندوق محكم الغلق به مصدر لبخار الماء الى أن تكتسب درجة كافية من الليونة ثم تفرد وتعد للعرض بالطرق السابق الاشارة اليها .

إزالة التجمعات :

تعتمد عملية إزالة التجمعات على اكساب الجلود القديمة الكمية الكافية من الليونة التى تسمح بشد المواضع المجددة دون خوف من تمزقها .

وتتلخص الطريقة التى يمكن اتباعها فى الخطوات الآتية :

١ - تنظيف الجلود من العوالق والأتربة .

- ٢ - ترش الجلود بعد ذلك بمحلول من اليوريا أو بمحلول مخفف من الخل الطبيعي ، ثم تترك قليلا حتى تتشرب المحلول وتكتسب درجة كافية من الليونة . ويراعى عدم استخدام أى من هذه المحاليل بكميات تزيد عن القدر اللازم لتنطرية الجلد .
- ٣ - بعد أن تكتسب الجلود درجة كافية من الليونة تبدأ عملية إزالة التجمعات ، وذلك بإجراء شد بسيط بالأصابع من حول هذه التجمعات ثم يشد أطراف الجلد بخدر ورفق شديدين .
- ٤ - بعد انتهاء عملية إزالة التجمعات ترش الجلود بقليل من محلول اليوريا ثم توضع بين ورقتين من الأوراق المشبعة بشفع البرافين وتكبس باستخدام مكبس يدوي مناسب .
- ٥ - تترك الجلود تحت الضغط حتى تجف تماما ثم ترفع وتعد للعرض بالطرق السابق ذكرها .

ثالثا - علاج الجلود التالفة بتأثير المياه

فى هذه الحالة يكون العلاج معقدا لدرجة كبيرة حيث تنمو عادة على مثل هذه الجلود أنواع معينة من الفطريات وتتغير رائحتها وتتناثر نقوشها إذا كانت محلاة بالألوان .

ولعلاج هذه الجلود يمكن اتباع الخطوات الآتية

- ١ - تنظف الجلود أولا لازالة ما عليها من أتربة وفطريات أو ما قد يكون عليها من طبقات جيلاتينية لزجة ، وذلك باستخدام فرشاة ناعمة جافة أو باستخدام الأنواع المناسبة من المشارط أو المكاشط .
- ٢ - تترك الجلود بعد تنظيفها لتجف بعض الشيء حتى تكتسب درجة كافية من التماسك .
- ٣ - تفرد الجلود قبل جفافها تماما على لوح من الخشب مغطى بالنايلون وتثبت أطرافها بدبابيس رفيعة من الصلب غير القابل للصدأ .
- ٤ - توضع الجلود بعد قردها فى صناديق محكمة الغلق بها مادة كيميائية ماصة للرطوبة مثل السيليكا جل (Silica gel) ويجب أن تظل الجلود محتفظة برطوبة نسبية مقدارها ٦٠ ٪ ، وهى الدرجة المناسبة لاحتفاظ الجلود بدرجة مناسبة من الليونة

دون تعرضها لخطر الإصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة :

٥ - تعالج الجلود بعد ضبط درجة رطوبتها النسبية عند ٦٠ ٪ بالمبيدات الفطرية والبكتيرية .

٦ - تحفظ الجلود بعد علاجها بالمبيدات الفطرية والبكتيرية بين لوحين من زجاج البلكسى (Plexi glass) حتى تكون بمعزل عن الأتربة وحتى لا يصيبها الالتواء إذا ما زادت درجة الجفاف في الأجواء المحيطة بها عن الحد الملائم .

وكثيرا ما ترد الجلود الى المكتبات ودور الأرشيف والوثائق التاريخية بعد استخراجها من تربة رطبة أو تربة مشبعة بالماء ٠٠ ولما كانت هذه الجلود تصل اليها عادة على درجة كبيرة من الضعف والوهن ، فانها تتطلب طرقا خاصة للعلاج .

ولعلاج مثل هذه الجلود يمكن اتباع الطريقة الآتية :

- (أ) تسجل حالة الجلود وتقاس أبعادها وتصور فوتوغرافيا .
- (ب) تغسل الجلود بالماء المضاف اليه الكحول الايثيل بنسبة ٥٠٪ لازالة ما قد يكون عالقا بها من قاذورات ، وذلك باستخدام فرشاة ناعمة .
- (ج) تحك الجلود بعد ذلك برفق وحذر بمحلول من حمض الكربوليك درجة تركيزه ٢ ٪ فى الكحول الايثيل باستخدام فرشاة ناعمة .
- (د) تغمر الجلود بعد ذلك مباشرة فى اناء به فازلين منصهر درجة حرارته تتراوح ما بين ٨٠ درجة ، ١٠٠ درجة مئوية وتبقى به يوما أو أكثر ٠٠ أو فى حوض به شمع برافين منصهر درجة حرارته ١١٠ درجة مئوية لمدة نصف ساعة .

وتتم معالجة الجلود بالفازلين أو شمع البرافين بغرض اكساب الجلود درجة مناسبة من الليونة وعزلها عن تأثير الأجواء المحيطة ٠٠ ويفضل فى هذه الحالة اضافة قليل من بودرة القار الى الفازلين أو شمع البرافين لأكسابهما اللون الذى يتناسب مع لون الجلود القديمة .

رابعاً - نظرية الجلود القديمة

من المعروف أن أغلفة المخطوطات والكتب القديمة كانت تصنع من الجلود ٠٠ ومن الأمور الملفتة للنظر أن عملية التغليف كانت فى الماضى

مجالا للتنافس الفنى ، حتى أننا نجد فى الكثير من الحالات أن الأغلفة القديمة لا تختلف عن اللوحات الزيتية أو نقوش التمبرا فى قيمتها الفنية .

ولقد تميزت كل فترة تاريخية بأسلوبها الفنى الذى يميزها عن باقى الفترات . ولعل من أبرز الأمثلة على ذلك أغلفة المخطوطات الفارسية .

وهذه كلها أمور تجعل من الضرورى الحفاظ على الأغلفة القديمة بخصائصها الأصلية من حيث الشكل الظاهرى والسمات الفنية .

والجلود أحد المواد المتيمية (Hygroscopic) وهى تحتوى عادة على قدر من الرطوبة التى تختلف كميتها باختلاف كمية الرطوبة فى الأجواء المحيطة ، وهذا يعنى أن كمية الرطوبة التى تحتويها الجلود تكون فى حالة توازن مع الأجواء المحيطة . أى أنها تأخذ أو تعطي الرطوبة حسب كمية الرطوبة المتواجدة فى الجو المحيط بها .

والواقع أنه يوجد بالجلود نوعان من الرطوبة وهما ، الماء المتحد كيميائيا ويطلق عليه بالانجليزية اسم (Hydration moisture) والماء الحر الممدص فيزيائيا ويطلق عليه بالانجليزية (Capillary moisture)

ويرتبط الماء المتحد كيميائيا برابط قوى بالمجموعات ذات الأقطاب (Polar groups) الموجودة بجزء بروتين الجلد ، بينما يتواجد الماء الحر الممدص فيزيائيا فى المسام الشعرية الموجودة بالجلود ، وتختلف كميته تبعا للتركيب البنائى لألياف الجلد واتساع المسام الشعرية به .

وبطبيعة الحال فإن القوة التى يرتبط بها الماء المتحد كيميائيا بجزء البروتين تزيد كثيرا عن القوة التى يرتبط بها الماء الممدص فيزيائيا بحدان المسام الشعرية الموجودة بالجلود . ويعنى هذا أن قابلية الجلود لفقد الماء الممدص فيزيائيا تزيد كثيرا جدا عن قابليتها لفقد الماء المتحد كيميائيا .

وعلى هذا يمكن القول بأن كمية الماء الممدص فيزيائيا تتوقف الى حد كبير على كمية الرطوبة المتواجدة فى الأجواء المحيطة وتختلف باختلافها ، بينما تتوقف كمية الماء المتحد كيميائيا على الخواص الكيميائية والطبيعية لجزء بروتين الجلد ، ويظل الجلد محتفظا بها إذا لم يتعرض لجفاف شديد ودرجة حرارة عالية .

ولقد أثبتت الدراسات التى أجريت فى هذا الصدد أن فقد الجلد للماء الحر الممدص فيزيائيا يتسبب فى فقد الجلد لليونة ، بينما يؤدى فقد الجلد للماء المتحد كيميائيا الى تلف الجلد نتيجة لحدوث تغير فى التركيب الكيميائى والخواص الطبيعية للبروتين .

وعلى هذا الأساس تعتمد عمليات تطرية الجلود القديمة على عاملين على أكبر قدر من الأهمية وهما :

١ - تخزين الجلود القديمة التي ما تزال محتفظة بالماء المتحد كيميائيا فى أجواء تحتوى على الكمية المناسبة من الرطوبة .

٢ - معالجة هذه الجلود بالزيوت والمواد الدهنية .

وقد ثبت أن الزيوت والدهون تقلل من قابلية الجلود لفقد أو امتصاص الماء الحر أى الماء المدمص فيزيائيا ، كما أنها تزيد من مقاومتها للاعوجاج أو الالتفاف ٠٠ أى أنها تزيد من مقاومة الجلود لعوامل التغير فى الشكل .

ومن ناحية أخرى فقد ثبت أن الزيوت والدهون تزيد من مقاومة الجلود لعوامل التلف كما أنها تقلل من قوة احتكاك الأسطح الداخلية لألياف الجلد عند الاستعمال فضلا عن كونها تزيد من لدونة هذه الألياف ٠٠ وهذه كلها أمور تزيد من متانة الجلود وطراوتها وتحتم مداومة معالجة الجلود القديمة بمواد التطرية المناسبة .

وفيما يلي سوف نتناول كيفية تطرية الجلود القديمة مع الإشارة الى أهم المواد المستخدمة لهذا الغرض .

وقد تنوعت المواد المستخدمة فى تطرية الجلود القديمة واختلفت باختلاف معامل العلاج والترميم فى البلدان المختلفة ٠٠ وحسب ما جاء فى المراجع التى عنيت بهذا الموضوع نجد أن أهم المواد التى استخدمت فى تطرية الجلود القديمة هى :

١ - زيت الخروع المزوج بالكحول الايثيل والماء .

٢ - زيت كبد الحوت المزوج باللانولين .

٣ - الفازلين .

٤ - مادة تطرية تخضر بمزج المكونات الآتية :

شمع نحل بنسبة ١٠ %

شمع برفين بنسبة ٢٠ %

فازلين بنسبة ٢٠ %

زيت تربنتين معدنى بنسبة ٥٠ %

٥ - مادة نظرية: تحضير بمزج المكونات الآتية :

صابون أوليات البوتاسيوم	جزء واحد
زيت كبد الحوت	ثلاثة أجزاء
ماء	ثمانية أجزاء

٦ - زيت النيتسفوت النقي

Pure neat's foot oil

٧ - مادة نظرية تحضير بمزج المكونات الآتية :

زيت النيتسفوت	١٠٠ جم
شمع نحل	٣٠ جم
ثيمول	٥٥ جم
باراهيدوكسي دايفينيل أمين	١٥ جم

(P-hydroxy diphenylamine)

٨ - مادة نظرية تحضير بمزج المكونات الآتية :

زيت النيتسفوت	١٠٠ جم
شمع نحل	٣٠ جم
جلسرين	١٠ جم
ثيمول	٣ جم

٩ - مادة نظرية تحضير بمزج المكونات الآتية :

زيت النيتسفوت	١٠٠ جم
شمع نحل	٣٠ جم
جلسرين	١٠ جم
لانولين	٣٠ جم
ثيمول	٢٤ جم

١٠ - مادة تطرية تحضر بمزج المكونات الآتية :

زيت التيتسفوت	٢٥٪
زيت محركات (Turbine oil)	٦٠ - ٦٥٪
(خليط من القطفة الخامسة والقطفة الثانية)	
سيريسين (Ceresin)	٧ - ١٠٪
شمع نحل	٣ - ٥٪
باراهيدروكسي دايفنيل أمين	٠.٠١ - ٠.٠٢٪

١١ - اللانولين النقي :

ولما كانت معظم المواد التي استخدمت في تطرية الجلود القديمة: قد حضرت بطريقة اجتهدية وفق معايير أساسها الخيرة المكتسبة من الممارسة، فلا بد أن يتطرق الى الذهن سؤال هو :

ما هي أكثر هذه المواد صلاحية وأمانا ؟

وسوف نحاول الاجابة على هذا السؤال من خلال مناقشة المعايير العلمية التي يمكن على أساسها القول بأن هذه المادة أو تلك هي أصلح المواد وأكثرها أمانا ، وذلك على النحو التالي :

(أ) من الثابت علميا أن زيت التربنتين له قابلية كبيرة للتأكسد بفعل أكسيجين الهواء الجوي مكونا بيروكسيدات وأن هذه البيروكسيدات تتحلل معطية أكسيجين نشط يتفاعل مع الجلود مؤديا الى تلفها .

وعلى ذلك يمكن القول بأن مادة التطرية التي يدخل في تركيبها زيت التربنتين المعدني بنسبة ٥٠٪ لا تصلح لأغراض تطرية الجلود القديمة .

(ب) من المعروف علميا أن مستحلبات الزيوت والصابون تنفصل الى أطوارها بمرور الوقت ، الأمر الذي يؤدي الى تبقع الجلود المعالجة بها بالزيت الذي ينفصل من المستحلب .

ومن ناحية أخرى فإن المستحلب المائي للزيوت يعد من أفضل المنابت للبكتريا وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

وعلى ذلك يمكن القول بأن مادة التطرية التي تحضر بمزج زيت كبد الحوت وغيره من الزيوت مع صابون أوليات البوتاسيوم والماء ليست من المواد التي يمكن استخدامها بأمان في عمليات تطرية الجلود القديمة .

(ج) من الثابت علميا أن الزيوت غير المشبعة التي يحتوى جزيؤها على رابطتين مزدوجتين أو أكثر لها قابلية كبيرة لامتصاص الأكسجين من الهواء الجوى فى أماكن الروابط المزدوجة مكونة بيروكسيدات ، ثم يلى ذلك عدة تفاعلات قد تتضمن تبلمر الجزيئات المؤكسدة وتحلل بعضها عند روابط البيروكسين مؤدية الى جفافها وتحولها الى غشاء متجانس له صلابة الجيلاتين . وهذه كلها أمور تجعل مثل هذه الزيوت غير صالحة لتطرية الجلود القديمة .

وعلى ذلك يمكن القول بأن زيت الخروع وزيت كبد الحوت ليسا من المواد المأمونة التي يمكن استخدامها فى التطرية .

(د) بما أن زيت النيتسفوت غير قابل للجفاف لاحتوائه على حمض الأولييك . . . وبما أن زيت المحركات غير قابل للجفاف . . . وبما أن شمع النحل غير قابل للإصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة . . . وبما أن الجلوسرين يزيد كثيرا من ليونة الجلد . . . وبما أن اللانولين وشمع البرافين والفازلين من المواد الثابتة كيميائيا ، فانه يمكن القول بأن مواد التطرية التي تحضر بمزج هذه المواد أو بعضها تعتبر من أكثر مواد التطرية صلاحية وأمانا .

خامسا - التقوية واستكمال الأجزاء الناقصة

أولا - التقوية :

ولو أنه من المستحيل اضافة عمر جديد للجلود القديمة اذا ما وصلت حالتها الى درجة كبيرة من التعفن والضعف ، الا أنه من الممكن تقويتها وذلك عن طريق تثبيتها على حوامل من قماش خفيف شفاف من الشيفون أو الكريبيلين ، وذلك باتباع الطريقة الآتية :

١ - تنظيف الجلود من العوالق السطحية باستعمال فرشاة ناعمة أو باستخدام قطعة من الاسفنج مبللة بالكحول الايثيل المضاف اليه الماء بنسبة ٢٥٪ أو بأى مادة من المواد السابق الإشارة اليها . . . ويجب تجنب استخدام الصوابين لكونها تؤثر على مواد الدباغة . . . وفى الحالات التى يتحتم فيها استعمال الصابون فيجب استعمال صابون أوليات البوتاسيوم الذائب فى زيت التربنتين المعدنى .

٢ - تنزع الجلود اذا كانت مثبتة على حامل آخر بعد تطريتها بالكحول الايثيل المضاف اليه الماء بنسبة ٢٥٪ ثم تفرد عن طريق تعريضها لبخار الماء فى صندوق محكم الغلق .

٣ - تطرى الجلود بعد فردها بمادة التطرية السابق الاشارة اليها وباتباع الطريقة التى سبق الحديث عنها .

٤ - تثبت الجلود بعد تطريتها على حوامل من قماش الشيفون أو الكرييلين باستخدام محلول من الصوديوم كاربوكسى مثيل سليولوز الذائب فى الماء بنسبة ٥ ٪

ثانيا - تكملة الأجزاء الناقصة

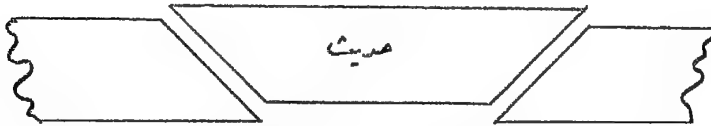
تستكمل الأجزاء الناقصة باستخدام جلد حديث يراعى فى اختياره تناسبه فى السمك واللون والنوعية مع ما يراد استكماله من الجلود القديمة ، وذلك باتباع الطريقة الآتية :

١ - توضع الجلود القديمة المراد استكمال ما بها من أجزاء ناقصة بعد فردها جيدا وإزالة ما بها من تجعدات على لوح من الزجاج .

٢ - توضع قطع الجلد الحديثة المختارة لاستكمال الأجزاء الناقصة على لوح الزجاج تحت مواضع الأجزاء الناقصة المراد استكمالها مباشرة ثم تحدد حدود الأجزاء الناقصة على قطع الجلد الحديثة .

٣ - ترفع قطع الجلد الحديثة ويقص منها الجزء الزائد عن مساحة الأجزاء الناقصة من الجلد القديم فيما عدا ٥ مم حول محور التجميع لاستخدامها فى لصق قطع الجلد الحديثة بالجلد القديم .

٤ - ترقق حواف الجلد القديم حول محور التجميع كما ترقق أيضا حواف قطع الجلد الحديث فى نفس الاتجاه ، وذلك باستخدام مشرط حاد وعلى النحو الموضح بالرسم .



» رسم يوضح كيفية تجهيز قطع الجلد الحديث لاستكمال الأجزاء الناقصة فى الجلد القديم»

٥ - تلمهن حواف الأجزاء الناقصة من الجلد القديم وحواف قطع الجلد الحديث المعدة لاستكمالها بالمادة اللاصقة ، وهى إما مستحلب خلات الفينيل المبلمرة (الفينافيل) أو مستحلب البولى مثيل ميثاكريلات ثم يلصقان معا .

وتزال الكمية الزائدة من المادة اللاصقة بقطعة من القماش
المبلل بالماء .

٦ - توضع الجلود بعد ذلك بين فرخين من الورق المشبع بشمع البرافين
وتنقل الى مكبس يدوى أو آلى وتظل به الى أن تجف المادة اللاصقة
تماما .

علاج وترميم الرق

الرق هو جلد مندوف الشعر غير مدبوغ لا يختلف من الناحية
الكيميائية عن أى نوع آخر من الجلود الا فى طريقة صنعه وتجهيزه .

ولقد سبقت الإشارة ونحن بصدد الحديث عن طريقة صناعة الرق
الى أن الخطوة النهائية فى عملية تجهيز الرق كمادة يكتب عليها تتلخص
فى تغطية سطح الجلد بعد أن يتخلص مما به من عصارة بمسحوق
الطباشير الناعم ثم يحك عليه برفق شديد بحجر خفاف أو حكاك حتى
يتداخل الطباشير فى مسام الجلد ويحفظ ما بها من رطوبة ، وعلى ذلك
فان الرق بجميع أنواعه قاعدى الخواص . . ولقد هيات للرق طبيعته
القاعدية الوقاية ضد الإصابة بالفطريات والكائنات الحية الدقيقة التى
تعيش فى الأجواء الحمضية .

ومقاومة الرق لتأثير الأجواء الحمضية تميزه عن الجلود المدبوغه
بمقاومته لعوامل التلف وبطول فترة بقائه . . على أن طبيعة الرق
القاعدية تعرضه فى نفس الوقت لبعض الأضرار التى من أهمها اصفرار
لونه اذا تناولته أيد كثيرة أو اذا تعرض للأتربة ، وذلك لأن ذرات مركبات
الحديد التى تحتويها الأتربة لا تلبث أن تتحول الى هيدروكسيد الحديد
مسببة هذا اللون الأصفر .

والرق بوصفه أحد المواد الممتصة (Hygroscopic) له حساسية
كبيرة للرطوبة ، ولذلك فانه عندما يتعرض لتأثير أجواء عالية الرطوبة
مدة طويلة من الزمن يتحول الى ما يشبه الجيلاتين .

والرق فى الحالات العادية له قدرة كبيرة على التعادل مع الجو
المحيط به بامتصاص أو اعطاء الرطوبة . . ولقد أثبتت الدراسات التى
أجريت فى هذا الصدد أن الرق يحتوى على الماء الحر بنسبة ١٠ ٪ من
وزنه عندما يوجد فى جو رطوبته النسبية ٤٠ ٪ وأنه يحتوى على الماء
الحر بنسبة ٣٠ ٪ من وزنه عندما يوجد فى جو رطوبته النسبية ٨٠ ٪ .
واذا وجد الرق فى جو جاف لمدة طويلة فانه يفقد ليونته وان كان

يستعيدها ثانية اذا زادت نسبة الرطوبة فى الجو المحيط به ، وعلى ذلك فانه من الواجب بل من الضرورى الاحتفاظ بالرطوبة النسبية فى الجو المحيط به فى حدود الدرجات المأمونة وهى من ٥٥ ٪ الى ٦٥ ٪ فى درجات حرارة تتراوح بين ١٧ درجة ، ٢٥ درجة مئوية .

ومن ناحية أخرى فقد أثبتت الدراسات البيولوجية أن بقاء الرطوبة النسبية فى الجو المحيط بالرق بهذه النسب المحددة هو فى الواقع من أنجح الوسائل لوقايته من الإصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

ويشتمل علاج وترميم الرق على عدة عمليات أساسية هى :

- ١ - التنظيف وإزالة البقع .
 - ٢ - التطرية .
 - ٣ - الفرد وإزالة التجمعات .
 - ٤ - ترميم التمزقات وتكملة الأجزاء الناقصة .
- وفيما يلى سوف نتكلم عن هذه العمليات بالتفصيل وذلك على النحو التالى :

أولا - التنظيف وإزالة البقع

ينظف الرق مما قد يكون عالقا به من أوساخ وأتربة بفرشاة ناعمة جافة أو باستخدام مشروط غير حاد . وفى الحالات التى لا تكفى فيها هذه الطرق اليدوية فيمكن استخدام الكحول الايثيل المضاف اليه الماء بنسبة ٢٥ ٪ ، وذلك فى الأماكن غير المزينة بالألوان أو الأماكن غير المكتوبة . أما الأجزاء المنقوشة أو المكتوبة فيمكن تنظيفها بالكحول الايثيل بحيث لا تقل درجة تركيزه عن ٩٥ ٪ .

وفى الحالات التى تكون فيها القاذورات أو الأتربة متداخلة فى مسام الرق فيستخدم بعد ازالة الأتربة والعوالق السطحية وبعد تثبيت النقوش والكتابات صابون أوليات البوتاسيوم على صورة ملحول فى زيت الترينتين المعدنى درجة تركيزه ٢ ٪ . ويجرى العمل باستخدام اسفنجة مبللة بقليل من محلول الصابون يدعك بها سطح الرق برفق وحذر مرة تلو الأخرى الى أن يتم تنظيفه تماما .

وفى نهاية عملية التنظيف يشطف الرق باستخدام اسفنجة مبللة

بقليل من زيت التربنتين المعدنى ويستمر العمل الى أن يتم ازالة آثار الصابون ثم يترك الرق ليجف فى درجة الحرارة العادية .

وعملية ازالة البقع من الرق شأنها فى ذلك شأن ازالتها من الجلود القديمة تتطلب دراية كبيرة وحذرا شديدا اذ يتوقف نجاح عملية ازالة البقع على كيفية استخدام المحاليل الكيميائية وعلى اتخاذ الاحتياطات الكفيلة بمنع انتشار هذه البقع فى الأماكن المجاورة لها .

ومن الضرورى جدا أن يضع القائمون بالعمل نصب أعينهم عند ازالة البقع الأمور الهامة الآتية :

١ - عدم استخدام محاليل المواد القلوية ، فالرق وهو من المواد البروتينية قابل للذوبان فى القلويات .

٢ - عدم استخدام المواد الكيميائية القاصرة أو المذيبة للألوان التى يتولد منها غاز الكلور ويكتفى باستخدام محلول من فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأكسجين) .

٣ - عدم استخدام محاليل الأحماض القوية المركزة .

٤ - عدم استخدام حمض النيتريك اذ أنه يصبغ المواد للبروتينية ومنها الرق باللون الأصفر .

٥ - تجنب استخدام المحاليل المائية . وفى حالة استخدامها تستخدم باردة أو دافئة .

٦ - يجب تثبيت الكتابات والنقوش ان وجدت . ويمكن استخدام محلول من مادة الكلاتون الذائبة فى الكحول الايثيل المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠ ٪ .

٧ - يجب التخلص نهائيا من آثار المواد الكيميائية التى استخدمت فى ازالة البقع .

ويجدر التنويه الى أن محاليل المواد الكيميائية التى يمكن استخدامها فى عملية ازالة البقع من الرق لا تختلف عن المحاليل التى تستخدم لازالة البقع من الجلود القديمة . ويمكن الرجوع اليها واختيار ما يصالح منها .

ثانيا - تطرية الرق

تعتمد عمليات تطرية الرق شأنها فى ذلك شأن عمليات تطرية الجلود القديمة على عاملين هما :

١ - تخزين الرق الذى ما يزال محتفظا بالماء المتحد كيميائيا فى أجواء
تحتوى على كمية الرطوبة المناسبة .

٢ - معالجة الرق بالمواد الزيتية والدهنية ، وذلك على أساس أن الزيوت
والدهون تقلل من قابلية الرق لفقد أو امتصاص الماء كما أنها تزيد
من مقاومته للاعوجاج أو الالتفاف ٠٠ أى أنها تزيد من مقاومته
لعوامل التغير فى الشكل .

ون ناحية أخرى فإنها تقلل من قوة احتكاك الأسطح الداخلية
للألياف عند الاستعمال فضلا عن كونها تزيد من لدونة هذه الألياف .

وفيما يلى سوف نتناول أهم المواد التى يمكن استخدامها لطرية
الرق القديم وهى :

— مستحلب الاسبرماسيتى ٠١٢ ٪

(Spermaceti emulsion)

ويحضر بمزج المكونات الآتية :

٩٥ مليلترا من الكحول الايثيل النقى ٩٥ ٪ .

٢ مليلترا من الجلسرين .

٣ مليلترا من الاسبرماسيتى الذائب فى البنزين بنسبة ٥ ٪ .

— مستحلب البيض (Egg emulsion)

ويحضر بمزج المكونات الآتية :

٣٠ - ٤٠ جم من صفار أو بياض البيض

٢٠ - ٣٠ مليلترا من الجلسرين

٢٠ - ٣٠ مليلترا من الماء المقطر

٣ مليلترا من النوشادر

١٠ مليلترا من زيت التريبتين المعدنى

٦٠ - ٧٠ مليلترا من الكحول الايثيل النقى ٩٦ ٪ .

زعترا (ثيمول) بواقع ٢ ٪ من الحجم الكلى للمزيج

— مستحلب اللانولين (Lanolin emulsion)

ويحضر بمزج المكونات الآتية :

٥ جم من الكحول الاثيل النقى ٩٦ ٪ .

١٠٠ جم من الماء المقطر .

٥ جم من اللانولين .

١٠ جم من الجلسرين .

٢ جم من أحد الصوابين غير الأيونية .

— محلول من اليوريا الذائبة في الكحول بنسبة ١٠ ٪ :

ولا يفوتني أن أنوه في هذا الصدد الى البحث القيم الذى أجراه
بيلايا (I. K. Belaya) والذى سبق لنا تناوله بالتفصيل عند الحديث
عن طرق فحص الرق (يرجع اليه) .

وقد انتهى بيلايا في بحثه هذا الى استخلاص النتائج الهامة الآتية :

١ — اليوريا (Urea) الذائبة في الكحول بنسبة ١٠ ٪ هي أفضل المواد
لتطرية الرق القديم المجعد .

ولزيادة قوة ومرونة الرق الذى استخدمت اليوريا في تطريته
يعالج بمستحلب من الاسبرماسيتى بنسبة تركيز تتراوح ما بين
١ ، ٢ ٪ .

٢ — الرق غير المتصلب وغير المجعد لا يعالج بمخلول اليوريا اذ يكفى
لتطريته بعد تنظيفه جيدا مستحلب الإسبرماسيتى الذى تتراوح
درجة تركيزه ما بين ١ ، ٢ ٪ حسب سمك صحائف الرق .

٣ — تطرية الرق باليوريا الذائبة في الكحول بنسبة ١٠ ٪ لا يؤدي الى
حدوث زيادة حادة في قابلية الرق لامتصاص الرطوبة
(Hygroscopicity)

٤ — الزيادة الطفيفة في قابلية الرق الذى جرت تطريته بمحلول اليوريا
لامتصاص الرطوبة — والتي تراوحت نسبتها ما بين ٥٠ ، ١٥٠ ٪ —
تحت تأثير الظروف العادية لا تؤدي الى تلف الرق بل نجد أنها
تساعد على المحافظة على مرونته .

ثالثا - الفرد وإزالة التجعدات

تعتمد عملية الفرد وإزالة التجعدات على اكساب الرق الجاف الدرجة المناسبة من الليونة والكمية الملائمة من الرطوبة حتى تصل طراوته الى الدرجة التى تسمح بالشد دون خوف من تمزقه ٠٠ وتتلخص الطريقة التى يمكن اتباعها فى الخطوات الآتية :

١ - ينظف الرق من العوالق السطحية والأتربة .

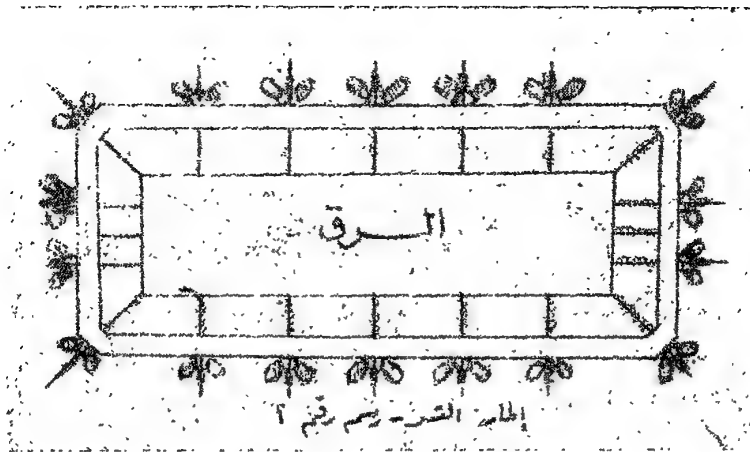
٢ - يوضع الرق فوق لوح من الزجاج ثم يرش بمحلول من اليوريا الذائبة فى الكحول الايثيل بنسبة ١٠ ٪ ويترك قليلا حتى يتشرب المحلول ويكتسب درجة كافية من الليونة والطراوة ٠٠ ويرأى عدم استخدام محلول اليوريا بكمية تزيد عن القدر اللازم حتى لا يتحول الرق الى ما يشبه الجيلاتين .

٣ - بعد أن يكتسب الرق الدرجة المناسبة من الليونة يبدأ فى عملية الفرد وإزالة التجعدات وذلك بإجراء شد بسيط بالأصابع من حول التجعدات ثم يشد أطراف الرق بحذر شديد .

٤ - يرش الرق بعد الانتهاء من عملية الفرد وإزالة التجعدات بكمية صغيرة من محلول اليوريا ثم يوضع بعد أن يتشرب المحلول بين ورقتين من الورق المشبع بشمع البرافين وينقل الى مكبس يدوى أو آلى ويترك به حتى يجف تماما .

٥ - يعد الرق للعرض بعد الانتهاء من عملية الفرد وذلك بوضعه بين لوحين من زجاج البلكسى Plexi glass منافذ لمرور تيار ضعيف من الهواء ثم يحفظ الرق بعد ذلك فى درجات الحرارة والرطوبة المناسبة .

وفى حالة التجعدات التى لا يمكن ازالتها بإجراء شد بسيط من حولها بالأصابع ثم كبسها ، فانه يستخدم لذلك نوع من البروايز أو الاطارات التى تسمى باسم اطارات الشد ، وهى مجهزة بطريقة معينة تمكن من إجراء الشد المطلوب بطريقة منتظمة وفى كل الاتجاهات بواسطة مسامير من القلاووظ . (انظر الرسم) .



« رسم يوضح كيفية فرد الرق وإزالة التجمعات »
« باستخدام اطارات الشد »

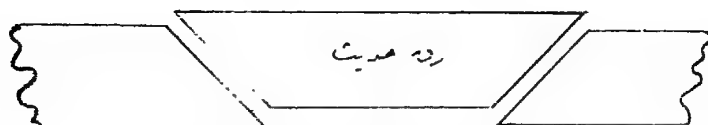
رابعاً - ترميم التمزقات وتكملة الأجزاء الناقصة

(أ) إذا كان الرق ممزقا فيمكن لصق أجزائه باستخدام محلول من حمض الخليك درجة تركيزه ١٠ ٪ . وتتم عملية اللصق عن طريق دهان أطراف الأجزاء الممزقة ، حيث تتحول أطراف هذه التمزقات بفعل الحمض الى ما يشبه الجيلاتين ثم تكبس فورا وتترك لتجف . وبهذا تلتصق الأجزاء الممزقة بعضها ببعض الآخر .

(ب) إذا كانت هناك أجزاء ناقصة وخاصة في الأطراف ويراد استكمالها فيستخدم لذلك قطع من رق حديث يراعى في اختياره تناسبه في السمك واللون مع ما يراد ترميمه من الرق القديم . وفي هذه الحالة لا يكفي استخدام محلول من حمض الخليك ، ولكن تستخدم لهذا الغرض مادة لاصقة قوية . وفي هذا الصدد يفضل استخدام مستحلب خلات الفينيل المبلمرة (الفينافيل) أو مستحلب البولي مثيل ميثاكريلات أو محلول كحول من الاثيل سليولوز درجة تركيزه ١٥ ٪ وعلى أن تضاف اليه مادة فيثالات ثنائي البيوتيل (dibutyl phthalate) كمادة لدنة .

ويتم العمل عن طريق دهان أطراف الرق القديم والحديث بالمادة اللاصقة ، وذلك بعد بردها بميل حتى تتداخل معا ، ثم يوضع الرق بين

ورقنين من الورق المشبع بشمع البرافين وينقل الى مكبس يدوي و آلي
وينترك به حتى تجف المادة اللاصقة تماما .



طريقة سد الشقوق باستخدام الرنة الحديث

المراجع

أولاً - المراجع الأجنبية :

1. Barrow, W. J. : Manuscripts and documents, their deterioration and restoration. Charlottesville, University of Virginia Press, 1955.
2. Barrow, W. J. : Deterioration of Book Stock, Causes and Remedies, Edited by Randolph W., Church Richmond, The Virginia State Library, 1959.
3. Barrok, W. J. : Test data of naturally aged Paper. Permanence/Durability of the Book. II. Richmond, Virginia, 1964.
4. Barrow, W.J. : Spray deacidification. Permanence/Durability of the Book. III, Richmond, Virginia, 1966.
5. Banks, P. : The Scientist, the Scholar and the Book Conservator : Some thoughts on Book Conservation as a Profession, DAGLI ATTI DELLA XLIX RIUNIONE DELLA S.E.P.S., September 1967.
6. Banks, P. : Paper Cleaning, Restaurator, Vol. I, No. 1, 1969.
7. Baynes-Cope, A. D. : The None-Aqueous Deacidification of Documents, Restaurator I, 1969.
8. Becker, E. S., Hamilton, J. K. and Lucke, W. E. : Cellulose Oligo-Saccharides as model Compounds in Chlorine dioxide bleaching, Tappi 48, 60-64, No. 1, 1965.
9. Belaya, I. K. : Softening and Restoration of Parchment in Manuscripts and Book bindings, Restaurator I, 1969.
10. Belaya, I.K. : The Action of Certain Antiseptics on Paper, .

- Collection of materials on the Preservation of Library Resources, No. 2, Edited by L.G. Petrova, Moscow, 1953.
11. Belaya, I.K. : The Action of Short Wave Ultraviolet Irradiation by Bactericidal Lamps on Paper, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 2, Edited by L.G. Petrova, Moscow, 1953.
 12. Belaya, I. K. : Softening Leather Bindings, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moscow, 1958.
 13. Belaya, I.K. : Glue for Restoration of Leather Bindings, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moscow, 1958.
 14. Belyakova, L.A. : The Mold Species and their Injurious Effect on Various Book Materials, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O. V. Kozulina, Moscow, 1958.
 15. Belyakova, L. A. : The Resistance of Fungi to Fungicides, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moscow, 1958.
 16. Belyakova, L. A. : Choice of Antiseptic for Mold Control on Book Glue, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moscow, 1958.
 17. Belyakova, L.A. : Protection of Leather Bound Books from Mold Attack, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moscow, 1958.
 18. Belyakova, L.A. : Effect of Ultraviolet Radiation by Bactericidal Lamps on Spores of Mold Fungi, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moscow, 1958.

19. Belen'kaya, N. G. : Methods of Restoration of Books and Documents, New Methods For the Restratriation and Preservation of Documents and Books, Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moskow, 1960.
20. Belen'kaya, N. G., and Strel'tsova, T.N. : Restoration and Preservation of Books and Documents by Thermoplastic Film Coating, New Methods for the Restoration and Preservation of Documents, and Books, Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moskow, 1960.
21. Boustead, W. M. : The Surface PH Measurement and Deacidification of Prints and Drawings in Tropical Climates, Studies in Conservation, Vol. 11, 1967.
22. Browning, B. L. : Analysis of Paper, New York, 1969.
23. Casiani, F. : Uses of Chlorine dioxide and Chlorites in Pulp and Paper, Trade Journal, 136, NO. 10, pp. 21-25, 1953.
24. Cravens, B. B. : Stabilized Chlorine dioxide for microorganism Control, Tappi 49, No. 8, 53 A-55 A, 1966.
25. Crawford, R. A. and Dewitt, B. J. : Decomposition rate studies in the gaseous Chlorine dioxide-Water System, Tappi 51, No. 5 p.p. 226-230, 1968.
26. Crawford, I. A. : Chlorine dioxide of eucalypt Soda Pulp, Appita 23, No. 2, pp. 115-123, 1969/1970.
27. Cunha, George D. M. : Conservation of Library Materials, A Manual and Bibliography on Care, Repair and Restoration of Library Materials, The Scare Crow Press, Inc. Metuchen, N. J., U.S.A., 1967.
28. Czerwinska, E., Kowalik, R. and Wisniewski, T. : Determination of the Resistance of Plastics to Mold, ACTA, Microbiologica Polonica, 12, 1963.
29. Carson, F. T. : Effect of Humidity on Physical Properties of Paper, Washington, U.S. Government Printing office, 1940.
30. Doe, B. Notes on Museum and Art Gallery Lighting in the Tropics, Studies in Conservation Vol. 12, 1967.

31. Ernest, F. M. : Manufacture and use of Chlorine dioxide in Pulp Bleaching, Paper Trade Journal, 143, pp. 46-50, 1959.
32. Erastov, D.P. : Control of Operating Conditions in Reproduction Technique for High Lighting Faded Images, New Methods for the Restoration and Preservation of Documents and Books, Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moscow, 1960.
33. Feller, R, Van Schendel, A., Thomson, G. and Werner, A. : Synthetic Materials used in the Conservation of Cultural Property, Rome Center Publications, 1963.
34. Faller, R. : The Deteriorating Effect of Light on Museum Objects, Museum News, Technical Supplement, No. 3, June 1964.
35. Gettens, R. J. : The bleaching of Stained and discoloured Pictures on Paper With Sodium Chlorite and Chlorine dioxide, Museum 5, pp. 116-130, 1952.
36. Harrison, W. D. : Bleaching With Chlorine dioxide, TAPPI monograph No. 10, pp. 119-135, 1953.
37. Haller, J. F. : Chlorine dioxide and Safety, Tappi 38, No. 4, pp. 199-202. 1955.
38. Hatton, J. V., Murray, F. E. and Clark, T. P. : Studies on delignification of Kraft Pulp in the first bleaching stage using Chlorine and Chlorine dioxide, Pulp and Paper Magazine of Canada 67, pp. 241-248, 1966 and 68, pp. 181-190, 1967.
39. Homans, R. H. Brightness Stability as affected by PH in the Chlorine dioxide Stages of bleaching, Southern Pulp and paper Manufacturer 25, No. 10, pp. 62-64, 1962.
40. Kowalik, R. : Conservation of Cultural Property, Serial No. 2268/RMs. Rs/CLP, UNESCO, Paris, January 1971.
41. Kozulina, O.V. : Dermestid Book Pests and Measures for their extermination, Collocation of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moscow, 1958.

42. Langwell W. H. : The Conservation of books and Documents, Pitmann, London, 1957.
43. Lee, H. N. : Established Methods for Examination of Paper, Technical Studies in the Field of the Fine Arts, Vol. 3, No. 1, July 1934.
44. Lucas, A. : Ancient Egyptian Materials and Industries. 2nd Edition, Edward Arnold & Co. London, 1934.
45. Lyublinskii. V. S. : Two Difficult Cases of Restoration of Fasad Text, New Methods for the Restoration and Preservation of Documents and Books, Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moskow, 1960.
46. Moss, A. A. : The application of X-Rays, GAMMA Rays, Ultra-Violet and Infra — Red Rays to the Study of Antiquities, Museum Technique, Parl B. Section 4, London, 1954.
47. Ogran, R.M. Design for Scientific Conservation of Antiquities, Butter Worths, London, 1968.
48. Plenderleith, H. J. : The Conservation of Prints, drawings and manuscripts, Oxford, The museum Associations by Oxford University Press. 1937.
49. Plenderleith, H. J. : The Conservation of Prints, drawings and manuscripts, Oxford, The museum Associations by Oxford University Press, 1937.
50. Plenderleith, H. J. and Phillipot, P. (editor), Climatology and Conservation in Museums, Rome Center Publications, 1960.
51. Plumbe, W. J. : The Preservation of Books in Tropical and Sub-tropical Countries. Vol. I, Kuala Lampur, Oxford University Press, 1964.
52. Petrova, G. I. : Insects in Book Store rooms and Disinfestation Measures, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 2, Edited by L. G. Petrova, Moskow, 1953.
53. Petrova, A. P., Zavgorodnyaya and Zaglyayeva Z.A. : The

- effect of High-Frequency Electro-Magnetic Fields on Paperdestroying Mold Fungi, New Methods for the Restoration and Preservation of Documents and Books Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moscow, 1960.
54. Pravilova, T.A., Solechnik, I. Ya. and Khodarinova, G. N. : Effect of a High-Frequency Electromagnetic Field on Paper. New Methods for the Restoration and Preservation of Documents and Books, Editor-in-Chief S. Ya. Solechnik, Moscow, 1960.
 55. Petrova, A. P. Zavgorodnyoya and Pravilova, T. A. : Disinfection of Books and Documentary Materials by a High-Frequency Electro magnetic Field, New Methods for the Restoration and Preservation of Documents and books, Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moscow, 1960.
 56. Pravilova, T.A. : Aging of Paper, New Methods for the Restoration and Preservation of Documents and Books, Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moscow, 1960.
 57. Rapson, H. W. : Chlorine dioxide bleaching, Paper Industry 36, No. 6, pp. 575-578, 1954.
 58. Rapson, W. H. and Anderson, C. B. : Mixture of chlorine dioxide and Chlorine in the Chlorine in the Chlorination stage of Pulp bleaching, Pulp and Paper Magazine of Canada 67, No. 1, pp. 47-55, 1966.
 59. Rapson, W. H. : Chlorine dioxide bleaching today and tomorrow-new developments in bleaching and generating Cl O₂ — Processes Compared-Cost data given in : Pulp and Paper 32, No. 1, pp. 46-51, 1958.
 60. Rybakova, S. G. : Control of Mold Fungi on Books, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 2, Edited by L. G. Petrova, Moscow, 1953.
 61. Santucci, L. : The application of Chemical and Physical Methods to Conservation of Archival Materials, Bollettino dell'Istituto di Patrologia del Libro "Alfonso Gallo" January 1961.

62. Santucci, L. : Report on Paper Stability, Part 1. Survey of Literature, Discussion and some Experimental Contribution, Bolletino dell "Istituto di Patologia del Libro" Alfonso Gallo, January-December, 1963. ...
63. Shahin, A. : Eisengallustinten-Ihre Nature Und Regenerierung, Mitt. & IADA Bd. 3, 1973.
64. Shahin, A., Wachter, O : Simplification of the Chlorine Dioxide Bleaching System, Works of Art on Paper and Parchment, London, 1972.
65. Shahin, A., Wachter, O. and Rocket, F. : Desinfektion, Bleichung and Ligninabbau Mittels Chlodioxid, Internationaler Graphischer Restauratorenentag, IADA, 1971.
66. Turner, R. M. : The Microbiology of Fabricated Materials, Churchill LTD., London, 1967.
67. Thomson, G. : Air Pollution, A review for Conservation Chemists, Studies in Conservation, Vol. 10, No. 4, 1965.
69. Thomson, G. Annual Exposure to Light Within Museums. Studies in Conversation, Vol. 12, 1967.
69. Thomson, G. : Conservation and Museum Lighting, Museums Association information Sheet, Museum Association, May 1970.
70. Thorstensen, Thomas C. : Practical Leather Technology, Van Nostrand Reinhold Company, New York.
71. Waterer, Johnow : A guide to the Conservation and Restoration of Objects made Wholly or in Part of Leather, G. Bell & Sons, London, 1972.
72. Weidner, Marilyn K., Damage and Deterioration of Art on Paper due to Ignorance and the Use of Faulty Materials, Studies in Conservation, Vol. 12, 1967.
73. Werner, A.E. : The Lamination of Documents, Problems of Conservation in Museum George Allen & Unwin LTH., London, 1969.
74. Wilson, W. K. : Reflections on the Stability of Paper, Restaurator, Vol. 1, No. 2, 1969.

75. Yabrova, R. R. : The Prevention of Aging of Books and Newspapers, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 2, Edited by L.G. Petrova, Moskow, 1953.
76. Yabrova, R.R. : Artificially Accelerated Aging of Paper, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 2, Edited by L.G. Petrova, Moskow, 1953.
77. Yabrova, R. R. : The Effectiveness of Book Reinforce-by Poly-Methylacrylate Emulsion, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moskow. 1958.
78. Yabrova, R. R. : Treatment of Paper with Certain Polyacrylate Resins. Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L. A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moskow, 1958.
79. Yabrova, R. R. : Removal of Dyes from Paper, Collection of Materials on the preservation of Library Resources, No. 2, Edited by L.G. Petrova, Moskow, 1953.
80. The bleaching of Pulp. Prepared under the direction of the Tappi Pulp Purification Committee, New York : Tech. Association of the Pulp and Paper Industry, 1933. (Tappi Monograph Series, 10.)
81. The hand book of Pulp and Paper technology, Edited by Kenneth W. Britt. New York, Reinhold (etc.), 1964.

ثانيا - المراجع العربية :

- ٨٢ - د. أحمد كامل عزب - علم الحشرات العام - مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة .
- ٨٣ - أبو صالح الألفي - الفن الاسلامي أصوله فلسفته مدارس - المطبعة العالمية - القاهرة ١٩٦٦ .
- ٨٤ - اعتماد القصيرى - فن التجليد عند المسلمين - الجمهورية العراقية - وزارة الثقافة والاعلام - المؤسسة العامة للآثار والتراث - بغداد ١٩٧٩ .
- ٨٥ - ألفريد لوكاس - المواد والصناعات عند قدماء المصريين - الطبعة الثالثة - ترجمة الدكتور زكى اسكندر ومحمد زكريا غنيم - دار الكتاب العربى - القاهرة .
- ٨٦ - ب. بافلوف و أ. بترينتيف - الكيمياء العضوية - دار « فيز » للطباعة والنشر - الاتحاد السوفييتى - موسكو ١٩٧١ .
- ٨٧ - د. حجاجى ابراهيم محمد - أصباغ مصر وأخبارها عبر العصور - الطبعة الأولى - مكتبة سعيد رافت - عين شمس - القاهرة ١٩٨٤ .
- ٨٨ - د. حسام الدين عبد الحميد محمود - تكنولوجيا صيانة وترميم المكتبات الثقافية . مخطوطات . مطبوعات . وثائق . تسجيلات - الهيئة المصرية العامة للكتاب - القاهرة ١٩٧٩ .
- ٨٩ - د. حسام الدين عبد الحميد محمود - المنهج العلمى لعلاج وصيانة المخطوطات والأخشاب والمنسوجات الأثرية - مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب - القاهرة ١٩٨٤ .
- ٩٠ - د. زكى محمد حسن - الفنون الايرانية فى العصر الاسلامى - الأعمال الكاملة للدكتور زكى محمد حسن - دار الرائد العربى - بيروت ١٩٨١ .
- ٩١ - د. عبد الستار الحلوجى - المخطوط العربى من نشأته الى آخر

القرن الرابع الهجرى - جامعة الامام محمد بن سعود الاسلامية -
الرياض ١٩٧٨ .

٩٢ - عبد المعز شاهين - طرق صيانة وترميم الآثار والمقتنيات الفنية
- الهيئة المصرية العامة للكتاب - القاهرة ١٩٧٥ .

٩٣ - عبد المعز شاهين - الأسس العلمية لعلاج وصيانة الرق والبردى
- هيئة الآثار المصرية - قطاع المتاحف - القاهرة ١٩٨٠ .

٩٤ - عبد المعز شاهين - علاج وصيانة بعض قطع الرق والبردى من
المتحف القبطى بالقاهرة - رسالة ماجستير - اشراف الدكتور زكى
اسكندر - كلية الآثار - جامعة القاهرة ١٩٧٨ .

٩٥ - م. م. ديمانند - الفنون الإسلامية - ترجمة أحمد محمد عيسى
- مراجعة وتقديم الدكتور أحمد فكرى - دار المعارف - القاهرة
١٩٨٢ .

٩٦ - محمد محمد الصغير - البردى واللوتس فى الحضارة
المصرية القديمة - رسالة ماجستير - اشراف الدكتور عبد العزيز
صالح - كلية الآثار - جامعة القاهرة ١٩٧٦ .

الفهرس

اهداء	٣
الباب الأول : الأسس العلمية للعلاج والترميم والصيانة	٥
مقدمة	٧
الفصل الأول : الأسس العلمية لعلاج وترميم الورق البردى	٢٧
الفصل الثانى : الأسس العلمية لعلاج وترميم وصيانة الجلد والورق	٤٣
الباب الثانى : طرق فحص الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية	٧٥
الفصل الأول : طرق فحص الورق والبردى	٧٧
الفصل الثانى : طرق فحص الجلود والورق	١١٨
الباب الثالث : عوامل التلف البيولوجى	١٧٦
الفصل الأول : أهم الحشرات التى تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق وطرق مقاومتها وإبادتها	١٧٨
الفصل الثانى : الكائنات الحية الدقيقة وطرق مقاومتها وإبادتها	٢٠٨
الباب الرابع : تطبيقات العلاج والترميم	٢٥٨
مقدمة	٢٦٠
الفصل الأول : علاج وترميم الورق والبردى	٢٦٤
الفصل الثانى : علاج وترميم الجلد والورق	٣٧١
المراجع	٣٩٥

مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب

رقم الايداع بدار الكتب ١٥٥٦/١٩٩٠

ISBN - ٩٧٧ - ٠١ - ٢٣٢٨ - ٥